الكيمياء

للسادس الأحيائي

الفصل الثاني
الأتزان الكيميائي

إعداد الأستاذ

حيذر يحيى علوان

حصرياً لرحلة التفوق في السادس

رحلة التفوق في السادس

@rt_edu

رحلة التفوق في السادس

@A_M_Z_F

الاتزان الكيميائي
الفصل
الثاني
2
كيمياء السادس العلمي
اعداد المدرس
حيدر يحيى علوان
زورونا على مواقع التواصل الاجتماعي
رحلة التفوق في السادس
تصميم وتنضيد الطباعة الاستاذ مهند يحيى علوان م :-(٠٧٧٠٧٣١٩٣٧٧)

بسم الله الرحمن الرحيم

﴿وقل اعملوا فسيرى الله عملكم ورسوله والمؤمنون﴾

انطلاقا من قول المصطفى (ص) : ((زكاة العلم نشرهُ و تعليمهُ))

تضع شبكة مواقع رحلة التفوق في السادس التعليمية التربوية الخيرية بيـن ايديكم احدى اعمالها من ملازم مرحلة السادس الاعدادي هذه المرحلة الهامة والمصيرية في حياة اعزائنا الطلبة وخاصة المتعففين منهم ولمن يتعذر عليه اقتناء هذه المساعدات المدرسية في محافظاتنا العراقية العزيزة بهدف النهوض وتطوير الواقع التعليمي ولو بالجزء اليسير.

إذ أن شبكتنا لاتقتصر عاى نشر الملازم المدرسية فقط أنما تقوم بنشـر الدروس المرئية المجانية لاكفأ التدريسيين بالاضافة الـى مجموعة قنواتنا التـدريسية وكذلك الارشادات والنصائح وطـرق الدراسـة الصحيحة هذا من جهة. أما من جهة أخرى فهو كـسر لشـوكة بعض المحسـوبيـن عـلى الكـادر التدريسي ممن يرفضـون نشـر ملازمهم والتعـاون مع ابنائهم الطلبة ليأخذوا من المال هدفا أهم ويتناسوا مصلحة الطالب والواقع التعليمي المتدني.

علماً ان كـادر الشـبكة والقائمين عليها هم مجموعة من الشـبـاب العراقي الواعي المثقف بالاضافة الى تعـاون بعض المدرسين الكـرام كمـا واننـا غير تابعين لأي جهة كانت رسمية او غير رسـمية انمـا سر تجمعنا وعملنا هو خيري بحت آملين من الله عز وجل ان يوفقنا لتقديم كل ما هو صالح لشعبنا و وطننا الحبيب.

كادر شبكة رحلة التفوق في السادس

٢٠١٥/٨/٢١

فهرست الفصل الثاني

الرقم	المحتويات	الرقم	المحتويات
1	فهرست الفصل الثاني	31	العلاقة بين الطاقة الحرة وقيمة حاصل التفاعل
2	نصيب الفصل الثاني من الأسئلة الوزارية	32	مثال 13
3	الاتزان الكيميائي	33	تمرين 16 – سؤال 34
4	التفاعلات الانعكاسية وحالة الاتزان	34	قاعدة لي شاتليه
5	التفاعلات الانعكاسية المتجانسة والغير متجانسة	35	العوامل المؤثرة على حالة الاتزان
6	ثابت الاتزان - مثال 1	36	العوامل المؤثرة على حالة الاتزان
7	تمرين 1 – ثابت الاتزان	37	العوامل المؤثرة على حالة الاتزان
8	مثال 2 - مثال 3 – تمرين 2	38	مثال 14- تمرين 17 – تمرين 18
9	مثال 4 – مثال 5	39	أسئلة خارجية
10	تمرين 4	40	تمرين 18
11	مثال 6	41	قوانين الفصل الثاني
12	تمرين 6	42	أسئلة الفصل الثاني – سؤال 1
13	تمرين 5 – سؤال واجب	43	سؤال 2
14	سؤال خارجي مع سؤال واجب	44	سؤال 2
15	مثال 7	45	سؤال 3
16	سؤال 18 – سؤال واجب	46	سؤال 4-5-6
17	سؤال 21	47	سؤال 7-8-9
18	العلاقة بين ثابتي الاتزان K_P,K_C	48	سؤال 11- 10
19	مثال 9- تمرين 7	49	سؤال 12
20	تمرين 8	50	سؤال 13
21	أهمية ثابت الاتزان	51	سؤال 14
22	العلاقة بين ثابتي الاتزان K_P,K_C وطريقة كتابة المعادلة	52	سؤال 16
23	مثال 11 – تمرين 10 – تمرين 11	53	سؤال 17-19
24	تمرين 12	54	سؤال 20
25	تمرين 13	55	سؤال 22
26	سؤال 15 مع سؤال خارجي	56	سؤال 23-24
27	حاصل التفاعل – مثال 12	57	سؤال 25-26
28	تمرين 14	58	سؤال 27-28
29	تمرين 15	59	سؤال 29-30
30	أسئلة خارجية	60	سؤال 31-32-33

رحلة التفوق في السادس
عطاء بلا حدود
A .M. Z

نصيب الفصل الثاني في الامتحانات الوزارية للسنوات السابقة

1-للعام الدراسي 2012 -2013 الدور الأول

نوع السؤال	الدرجة
مسئلة من أسئلة الفصل (2 –11)	10 درجات
تعريف التفاعلات غير الانعكاسية	5 درجات
سؤال يخص العوامل المؤثرة على الاتزان	5 درجات
المجموع	20 درجة

مجموع الدرجات = 155 درجة الفصل % = $\frac{20}{155} \times 100 \simeq 13\%$

2-للعام الدراسي 2013 -2014 الدور الأول

نوع السؤال	الدرجة
املاء الفراغات يخص ثابت الاتزان	5 درجة
مسئلة من أسئلة الفصل (2 –27)	10 درجات
سؤال يخص العوامل المؤثرة قاعدة لو شاتليه	5 درجات
المجموع	20 درجة

مجموع الدرجات = 142 درجة الفصل % = $\frac{20}{142} \times 100 \simeq 14\%$

3-للعام الدراسي 2014 -2015 الدور الأول

نوع السؤال	الدرجة
سؤال علل ((في التفاعل المتزن ....))	5 درجة
املاء الفراغات التالية يخص إيجاد ثابت الاتزان	5 درجة
مسئلة تمرين (2 – 14)	10 درجات
المجموع	20 درجة

مجموع الدرجات = 145 درجة الفصل % = $\frac{20}{145} \times 100 = 13.8\%$

الاتزان الكيميائي (Chemical Equilibrium)

الاتزان الكيميائي :- هو عبارة عن توازن يحصل بين مواد داخلة بالتفاعل وأخرى جديدة ناتجة منه بحيث تكون سرعة التفاعل بالاتجاه الأمامي مساوية للسرعة بالاتجاه الخلفي او هو حالة اتزان ديناميكي (حركي) وليست حالة اتزان استاتيكي (ساكن) تصل اليها اغلب التفاعلات الانعكاسية عندما تصبح معدل سرعة التفاعل بكلا الاتجاهيين متساوية ما لم يحدث أي تغيير على الظروف التي يتم عندها التفاعل ، لذا يبدو التفاعل في تلك اللحظة قد توقف

والتفاعلات على نوعين :-

أ ـ التفاعلات الغير انعكاسية :-

هي التفاعلات التي يتم فيها عند ظروف معينة استهلاك تام لأحد أو جميع المواد المتفاعلة ولا تكون للمواد الناتجة عند ظروف التفاعل نفسها القدرة على إن تتفاعل لتكوين المواد التي تكونت منها ، كما في التفاعل :-

$$H_2SO_4 + 2NaOH \longrightarrow Na_2SO_4 + 2H_2O$$

ب ـ التفاعلات انعكاسية :-

هي التفاعلات التي تجري باتجاهين متعاكسين $\rightleftharpoons$ والتي يتم فيها تحول المواد المتفاعلة الى نواتج في بداية التفاعل ويكون للمواد الناتجة المقدرة على ان تتفاعل مع بعضها لتكوين المواد التي تكونت منها مرة أخرى ، كما في التفاعل ادناه

$$CH_3-\overset{\overset{O}{//}}{C}-OH + CH_3-CH_2-OH \rightleftharpoons CH_3-\overset{\overset{O}{//}}{C}-O-CH_2-CH_3 + H_2O$$

حامض الخليك | ايثانول | استر | ماء

التفاعلات الانعكاسية وحالة الاتزان

التفاعلات الانعكاسية هي تفاعلات تستمر باتجاهين متعاكسين مثل تفاعل غازي النتروجين والهيدروجين لتكوين جزيئة الامونيا

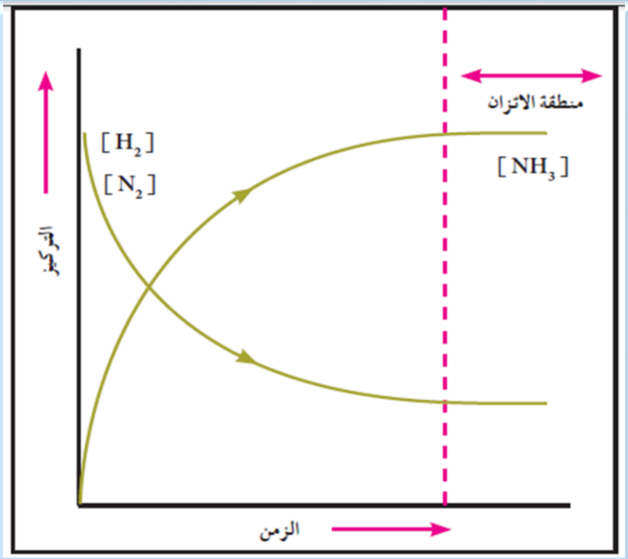
$$N_2 + 3H_2 \underset{R_b}{\overset{R_f}{\rightleftharpoons}} 2NH_3$$

حيث أن

R_f (forward) سرعة التفاعل الأمامي

R_b (backward) سرعة التفاعل الخلفي

ويصل التفاعل إلى حالة الاتزان عندما تتساوى السرعتين الأمامي والخلفي ($R_f = R_b$) فيصل التفاعل الى حالة تدعى بحالة الاتزان الكيميائي



وصول التفاعل إلى حالة الاتزان بعد مرور فترة زمنية

ثابت السرعة الأمامي

$$N_2 + 3H_2 \underset{K_b}{\overset{K_f}{\rightleftharpoons}} 2NH_3$$

ثابت السرعة الخلفي

تظهر التفاعلات التي تصل إلى حالة الاتزان وكأنها قد توقفت لكنها في الحقيقة مستمرة وتجري في كلا الاتجاهين لان ..... حالة الاتزان الكيميائي هي حالة اتزان ديناميكي (حركي) وليس حالة اتزان استاتيكي(ساكن) أي أن التفاعل مستمر وبكل الاتجاهين الأمامي والخلفي بالمقدرة والسرعة ذاتها . وبعبارة أخرى لهذا التفاعل يكون معدل سرعة التفكك تساوي سرعة التكوين وتكون تراكيز المواد المتفاعلة والناتجة عند حالة الاتزان ثابتة دون تغيير ما لم يحدث أي تغيير على الظروف التي يتم عندها التفاعل... كما موضح في الشكل أعـــلاه

التفاعلات الانعكاسية المتجانسة والغير متجانسة

التفاعلات الانعكاسية المتجانسة Reversible nom genous reaetions

هي التفاعلات التي يكون فيها المواد المتفاعلة والناتجة جميعها في طور واحد وتجري في نظام مغلق حيث ان المواد المتفاعلة والناتجة كلها ضمن حالة واحدة

1 ـ تفاعل غازي $N_2O_{4(g)} \rightleftharpoons 2NO_{2(g)}$

طور واحد وهو الطور الغازي

2 ـ تفاعل صلب $Zn_{(s)} + S_{(s)} \rightleftharpoons ZnS_{(s)}$

طور واحد وهو الطور الصلب

التفاعلات الانعكاسية الغير المتجانسة Reversible in homogenous reaetions

وهي التفاعلات التي تكون فيها المواد المتفاعلة والناتجة بأطوار مختلفة علما ان جميع التفاعلات تجري في نظام مغلق ، كما في التفاعل ادناه

$$CaCO_{3(s)} + 2HCL_{(aq)} \rightleftharpoons CaCL_{2(aq)} + CO_{2(g)} + H_2O_{(\ell)}$$

صلب — محلول مائي — غاز — سائل

قانون فعل الكتلة

عند ثبوت درجة الحرارة فان السرعة التفاعل الكيميائي في إي اتجاه تتناسب طرديا مع التراكيز المولارية للمواد المتفاعلة كلا منها مرفوع إلى أس يمثل عدد المولات الموضوعة إمام كل مادة في المعادلة الكيميائية الموزونة وعند تطبيق قانون فعل الكتلة للتفاعل ما ..... مثل

$$H_2 + I_2 \underset{K_b}{\overset{K_f}{\rightleftharpoons}} 2HI$$

سرعة التفاعل الخلفي R_b

$$R_b = k_b [HI]^2$$

ثابت الخلفي

سرعة التفاعل الأمامي R_f

$$R_f = k_f [H_2][I_2]$$

ثابت الأمامي

ثابت الاتزان (Equilibrium Constant)

$$aA + bB \rightleftharpoons cC + dD$$

(a,b,c,d) :- تمثل عدد المولات في معادلة التوازن وعند تطبيق قانون فعل الكتلة

$$R_f = K_f [A]^a [B]^b \quad \text{..........................} (1)$$

$$R_b = K_b [C]^c [D]^d \quad \text{..........................} (2)$$

وعند حصول الاتزان فان $R_f = R_b$ وبذلك

$$K_f [A]^a [B]^b = K_b [C]^c [D]^d$$

وبترتيب المعادلة يكون

$$\frac{K_f}{K_b} = \frac{[C]^c [D]^d}{[A]^a [B]^b}$$

ان ناتج قسمة $\frac{K_f}{K_b}$ هو مقدار ثابت يعرف بثابت التوازن (K_{eq})

مثال 2-1

للتفاعل المتزن الاتي وجد ان ثابت تناسب سرعة التفاعل الامامي K_f يساوي 0.11 وثابت سرعة التفاعل الخلفي K_b يساوي 0.05 . احسب ثابت الاتزان K_{eq} للتفاعل .

الحل

$$?K_{eq} = \frac{K_f}{K_b} = \frac{0.11}{0.05} = 2.2 \qquad K_C, K_b \Rightarrow g$$

$aq \longrightarrow K_C$ وليس K_P

يمكن حذف تراكيز المواد الصلبة والسائلة من علاقة ثابت الاتزان (بسبب ان المواد الصلبة والسائلة النقية يبقى تركيزها ثابت مهما تغيرت كمياتها . حتى وان تغير الحجم فأن النسبة بين كمية هذه المواد الى الحجم ستبقى ثابتة) . نُعبر عنها بـ (1) فقط

تمرين 2-1

للتفاعل المتزن الاتي وجد ان ثابت تناسب سرعة التفاعل الامامي K_f يساوي **0.11** وثابت سرعة التفاعل الخلفي K_b يساوي **0.05** . احسب ثابت الاتزان K_{eq} للتفاعل .

الحل

$$K_{eq} = \frac{?K_f}{K_b}$$

$$K_f = 4.24 \times 0.02$$

$$K_f = 0.0848$$

ثابت الاتزان (K_{eq})

يمثل النسبة بين سرعة التفاعل الأمامي وسرعة التفاعل الخلفي أو هو حاصل ضرب تراكيز **النواتج** عند الاتزان مرفوعة لأس يمثل عدد المولات في المعادلة المتوازنة مقسوما على حاصل ضرب تراكيز **المتفاعلات** عند الاتزان مرفوعة لأس يمثل عدد المولات في المعادلة المتوازنة وعند القيام بقياس التراكيز فأنها تقاس بالمولارية (M) إذا يرمز عندئذ إلى K_{eq} إلى (K_C) C مختصر لكلمة (concentration) اي ثابت التوازن بدلالة التراكيز المولارية

ثابت الاتزان قد يكون بدلالة الضغوط الجزئية بدلا من التراكيز المولارية عندئذ يعرف الثابت بـ K_P (P) مختصر لكلمة (Pressure)

ملاحظة مهمة جدا :- عند حساب ثابت الاتزان بدلالة التراكيز K_C يؤخذ الطور الغازي (g) والمحلول المائي (aq) وبدلالة الضغوط الجزئية K_P يجب إن يؤخذ الطور الغازي فقط وبالحالتين فان الطور السائل (ℓ) والصلب (s) لا يدخل في حسابات K_C ، و K_P (انتبه موتنسى)

مثال 2-2

اكتب ثوابت الاتزان للتفاعلات التالية بدلالة التراكيز المولارية :

الحل

(1) $2HBr_{(g)} \rightleftharpoons H_{2(g)} + Br_{2(g)} \Rightarrow K_C = \frac{[H_2]^1[Br_2]^1}{[HBr]^2}$

(2) $NO^-_{2(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons HNO_{2(aq)} + OH^-_{(aq)} \Rightarrow K_C = \frac{[HNO_2]^1[OH^-]^1}{[NO_2^-]^1}$

(3) $CaCO_{3(s)} + 2HCl_{(aq)} \rightleftharpoons CaCl_{2(s)} + CO_{2(g)} + H_2O_{(l)} \Rightarrow K_C = \frac{[CO_2]^1}{[HCl]^1}$

مثال 2-3

اكتب ثوابت الاتزان بدلالة الضغوط الجزئية للتفاعلات التالية Kp :

الحل

(1) $3H_{2(g)} + N_{2(g)} \rightleftharpoons 2NH_{3(g)} \Rightarrow K_P = \frac{(PNH_3)^2}{(PH_2)^3(PN_2)^1}$

(2) $2Hg_{(l)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons 2HgO_{(s)} \Rightarrow K_P = \frac{1}{(PO_2)}$

تمرين 2-2

اكتب ثوابت الاتزان بدلالة التراكيز المولارية Kc وثوابت الاتزان بدلالة الضغوط الجزئية Kp

(1) $2CO_{2(g)} \rightleftharpoons 2CO_{(g)} + O_{2(g)} \Rightarrow K_C = \frac{[CO]^2[O_2]^1}{[CO_2]^2}, K_P = \frac{(PCO)^2(PO_2)^1}{(PCO_2)^2}$

(2) $3O_{2(g)} \rightleftharpoons 2O_{3(g)} \Rightarrow K_C = \frac{[O_3]^2}{[O_2]^3}, K_P = \frac{(PO_3)^2}{(PO_2)^3}$

(3) $CO_{(g)} + Cl_{2(g)} \rightleftharpoons COCl_{2(g)}$ واجب عليك

(4) $H_2O_{(g)} + C_{(s)} \rightleftharpoons CO_{(g)} + H_{2(g)}$ هذه المادة صلبه لا تكتب في علاقتي Kc و Kp

(5) $2ZnS_{(s)} + 3O_{2(g)} \rightleftharpoons 2ZnO_{(s)} + 2SO_{2(g)} \Rightarrow K_C = \frac{[SO_2]^2}{[O_2]^3}, K_P = \frac{(PSO_2)^2}{(PO_2)^3}$

(6) $C_6H_5COOH_{(aq)} \rightleftharpoons C_6H_5COO^-_{(aq)} + H^+_{(aq)} \Rightarrow K_C = \frac{[C_6H_5COOH^-]^1[H^+]^1}{[C_6H_5COOH]^1}$

ملاحظة هامة aq ليس لها P ⟸ لا تملك Kp بينما aq له ⟸ M

(7) $2NO_{2(g)} + 7H_{2(g)} \rightleftharpoons 2NH_{3(g)} + 4H_2O_{(l)}$ واجب عليك

مثال 2-4

جد قيمة (K_{eq}) للتفاعل الاتي

$$2CH_{4(g)} \rightleftharpoons C_2H_{2(g)} + 3H_{2(g)}$$

CH_4 = 0.02 ، C_2H_2 = 0.05 ، H_2 = 0.143

اذا علمت ان التراكيز عند الاتزان هي :

الحل

تراكيز عند الاتزان تعوض مباشرة بـ (ثابت الاتزان)

$$K_C = \frac{[C_2H_2][H_2]^3}{[CH_4]^2} \Rightarrow K_C = \frac{(0.05)(0.143)^3}{(0.02)^2}$$

بدون وحدات

$$K_C = \frac{(0.05)(0.143\times0.143\times0.143)}{(0.02\times0.02)} \Rightarrow K_C = 0.37$$

مثال 2-5

في التفاعل الاتي $H_{2(g)} + I_{2(g)} \rightleftharpoons 2HI_{(g)}$ خلط 0.5 mol من H_2 و 0.5 mol من I_2 في وعاء حجمه لتر وبدرجة حرارة $430C^0$ وصل التفاعل الى حالة الاتزان وان ثابت الاتزان للتفاعل Kc يساوي 5.29 احسب تركيز مزيج الاتزان علما $\sqrt{5.29} = 2.3$

الحل

	$H_{2(g)}$	+ $I_{2(g)}$	$\rightleftharpoons 2HI_{(g)}$
التراكيز الأولية	0.5	0.5	0
التغير في التراكيز	$-X$	$-X$	$+2X$
التراكيز عند الاتزان	$0.5-X$	$0.5-X$	$2X$

$$5.29 = Kc = \frac{(2X)^2}{(0.5-X)^2} \quad \sqrt{}$$

$$2.3 = \frac{2X}{0.5-X}$$

$$2X = 1.15 - 2.3X$$

$$4.3X = 1.15$$

$$\because \ V = 1\ L$$

$$\therefore \ n = M$$

$$X = \frac{1.15}{4.3}$$

نعوض عن قيمة X في خط الاتزان

$$X = 0.267\ M$$

$$[H_2] = [I_2] = 0.5 - 0.267 = 0.233$$

$$[HI] = 2\times0.263$$

$$[HI] = 0.534\ M$$

تمرين 2-4

للتفاعل الاتي : $H_{2(g)} + Br_{2(g)} \rightleftharpoons 2HBr_{(g)}$ وضع في إناء حجمه لتر واحد $0.4\,mol$ من كل من H_2 و Br_2 وبدرجة حرارة $425\ C^0$ احسب تراكيز خليط الاتزان اذا علمت ان ثابت الاتزان لهذا التفاعل K_C يساوي 0.25

الحل

	H_2	+	Br_2	$\rightleftharpoons$	$2HBr$
التراكيز الأولية	0.4		0.4		0
التغير في التراكيز	$-x$		$-x$		$+2x$
التراكيز عند الاتزان	$0.4-x$		$0.4-x$		$2x$

$$K_C = \frac{(2X)^2}{(0.4-X)^2}$$

$\sqrt{\ }$

0.25

إذا تساوت أعداد المولات على طرفي المعادلة اعتبر ان الحجم = 1 لتر

المولات = التركيز المولاري .

$$0.5 = \frac{2X}{0.4-X}$$

$$2X = 0.20 - 0.5X$$

$$2.5\ X = 0.2$$

$$X = \frac{0.2}{2.5} = 0.08\ M$$

∴ التراكيز عند فقط الاتزان هي بـ

$$[H_2] = [Br_2] = 0.40 - 0.08$$

$$= 0.32\ M$$

$$[HBr] = 2 \times 0.08$$

$$= 0.16\ M$$

مثال 2-6

ادخل 0.625 mole من غاز N_2O_4 في وعاء سعته 5L فتفكك الغاز حسب التفاعل الاتي $2NO_{2(g)} \rightleftharpoons N_2O_{4(g)}$ وبدرجة حرارة معينة وعند وصول إلى حالة الاتزان وجدان تركيز N_2O_4 المتبقي = 0.025 mole/L احسب K_C لهذا التفاعل

الحل

١- يحسب ثابت التوازن بدلالة التراكيز المولارية إي لا يتم التعامل بوحدات المول حيث نحول عدد المولات الى التركيز المولاري وذلك بالقسمة على الحجم

$$M = \frac{0.625}{5} \Rightarrow 0.125\ mole/L$$

٢- يجب تحديد اتجاه التفاعل حيث في صيغة هذا السؤال لم يذكر تركيز المادة الناتجة NO_2 في بداية التفاعل إي إن تركيزها الابتدائي = صفرا وهذا يعني ان اتجاه التفاعل إمامي

٣- عندما يعطي تراكيز ابتدائية هذا يعني وجود ثلاثة خطوط في المعادلة الأصلية في الخط الأول توضع تراكيز ابتدائية والخط الثاني يتضمن قيمة (X) ويعني المستهلك من التفاعلات وبإشارة سالبة والمتكون من النواتج وبإشارة موجبة مع وضع عدد مولات المادة الموجود في المعادلة مع قيمة X أما الخط الثالث فانة يتضمن حالة الاتزان وهو المتبقي من المتفاعلات وحصيلة المتكون من النواتج

$$N_2O_{4(g)} \rightleftharpoons 2NO_{24(g)}$$

	$N_2O_{4(g)}$	$2NO_{2(g)}$
التراكيز الابتدائية	0.125	0
التغير في التركيز	−X	+2X
عند الاتزان	0.025	0.2

المتبقي يمثل الاتزان ومن خلاله نستخرج قيمة X

عند الاتزان = الخط الثاني – الخط الأول

$0.125 - X = 0.025$

$X = 0.125 - 0.025$

$X = 0.100$

$X = 0.1\ \ mole/L$

$[NO_2] = 2X \Rightarrow 2 \times 0.1$

المتكون من الناتج $= 0.2\ \ mole/L$

$$K_C = \frac{(0.2)^2}{(0.025)}$$

$$K_C = \frac{0.040}{0.025}$$

$$K_C = \frac{40}{25}$$

$$K_C = 1.6$$

1.6
25 | 40
25
150
150

تمرين 2-6

في التفاعل الغازي الاتي $3H_2 + N_2 \rightleftharpoons 2NH_3$ وضعت مولات مختلفة من H_2, N_2 في اناء سعته لتر وعند وصول التفاعل لحالة الاتزان وجد ان ما استهلك من $H_2 = 0.3$ mole وما تبقى من $N_2 = 0.2$ mole ما عدد مولات H_2, N_2 قبل التفاعل علما ان ثابت الاتزان =200 ؟

الحل

1- ∵ الحجم واحد لتر

إذن $M = \frac{0.3 \text{ mole}}{1 \text{ L}}$

$M = 0.3 \text{ mole/L}$

2- التراكيز الابتدائية مجهولة لذلك يتم فرضها وهي مختلفة H_2 نفرضها (y) و N_2 نفرضها (Z) ولم يذكر NH_3 لذلك = صفرا لأنها مادة ناتجة في بداية التفاعل تركيزها = صفرا حيث اتجاه التفاعل امامي اي ان قيمة (X) بالسالب للمتفاعلات وبالموجب للنواتج وهذا يمثل الخط الثاني

3- الخط الثالث هو خط الاتزان حيث ان المتبقي من N_2 =0.2 ما ذكر في السؤال ومن خلال قيمة استهلاك H_2 نستخرج قيمة X اعتقد ..... اذا استخرجت قيمة X انحلت الازمة لان من خلالها نستخرج القيم للمواد عند الاتزان

4 ـ نستخرج قيمة (Z) لان X معلومة

5- نبحث عن ايجاد قيمة Y بعد تثبيت قيمة H_2 عند الاتزان

$$K_C = \frac{[NH_3]^2}{[H_2]^3[N_2]}$$

نعوض التراكيز عند الاتزان أي الخط الثالث

$$200 = \frac{(0.2)^2}{(y-0.3)^3(0.2)}$$

$$\frac{200}{1} = \frac{(0.2)}{(y-0.3)^3}$$

$$0.2 = 200(y-0.3)^3$$

$$(y-0.3)^3 = \frac{0.2}{2000} = 0.001$$

$$(y-0.3)^3 = 0.001 \quad \sqrt[3]{\ }$$

$$(y-0.3) = 0.1$$

$$y = 0.1 + 0.3$$

$$y = 0.4 \text{ mole/L}$$

$3H_2$	$+ N_2$	$\rightleftharpoons 2NH_3$	
y	Z	0	التراكيز الابتدائية
$-3X$	$-X$	$+2X$	قيمة التغير
$y-0.3$	0.2	0.2	عند الاتزان

استخراج قيمة X من معلومات استهلاك H_2

$3X = 0.3$

$X = \frac{0.3}{3}$

$X = 0.1$ mole/L

الاتزان = التغير - الابتدائي

$Z - X = 0.2$

$Z - 0.1 = 0.2$

$Z = 0.2 + 0.1$

$Z = 0.3$ mole/L

الاتزان = التغير - الابتدائي

$y - 3X =$ الاتزان

$y - 3 \times 0.1$

$y - 0.3 =$ الاتزان

تمرين 2-5

وضع في إناء حجمه لتر 0.8 mole من غاز CO_2 وبدرجة حرارة معينة وعند وصول التفاعل إلى حالة الاتزان وجد أن نصف كمية الغاز قد تفككت . احسب K_C

$$2CO_{2(g)} \rightleftharpoons 2CO_{(g)} + O_{2(g)}$$

الحل

أن العبارات التالية :- المستهلك ، المتفكك ، المتحلل ، المتفاعل ، انخفاض ، نفاذ ، التناقص ، كلها تعني استهلاك للمواد المتفاعلة أي أن قيمة X بالسالب وهذا يعني اتجاه التفاعل إمامي .

نستخرج قيمة X من معلومات تفكك CO_2

$$[CO_2] = 0.8 \times \frac{1}{2}$$

$$\text{المتفكك} = 0.4 \quad M$$

أي أن نصف منها استهلك ونصف منها متبقي عند الاتزان

$$2X = 0.4$$

$$X = \frac{0.4}{2} = 0.2$$

$$2CO_{2(g)} \rightleftharpoons 2CO_{(g)} + O_{2(g)}$$

	$2CO_2$	$2CO$	O_2
الابتدائي	0.8	0	0
التغيير	-2X	+2X	+X
الاتزان	0.4	0.4	0.2

نعوض هذه التراكيز بعلاقة ثابت الاتزان

$$K_C = \frac{[CO]^2[O_2]}{[CO_2]^2}$$

$$K_C = \frac{(0.4)^2(0.2)}{(0.4)^2} \Rightarrow K_C = 0.2$$

واجب

التفاعل الغازي $3A \rightleftharpoons 2B + C$ تم في إناء حجمه لتر واحد وضع فيه 2.8 mole من A مع 0.8 mole من C وعند بلوغ التوازن استهلك من A 2.4 mole جد قيمة K_C الحل = 64

رحلة التفوق في السادس
عطاء بلا حدود
A . M . Z

سؤال خارجي

التفاعل الغازي $A + 2B \rightleftharpoons 3C$ تم في إناء حجمه لتر واحد وضع فيه 0.1 mole من A مع 0.2 mole من B مع 1.3 mole من C وعند بلوغ التوازن أصبح عدد مولات C= 0.1 mole جد قيمة K_C للتفاعل

الحل

لا تتعجب (i) لو إن المادة الناتجة لها تركيز قبل التفاعل لان التفاعل يحتمل الاتجاهين حيث هنا اتجاه التفاعل خلفي من خلال النقص الحاصل في تركيز (C) حيث من معلومات (C) نستخرج قيمة X

$1.3 - 3X = 0.1$

$3X = 1.3 - 0.1$

$3X = 1.2$

$X = \frac{1.2}{3} \Rightarrow 0.4\ M$ مولاري

يجب استخراج تراكيز المواد عند الاتزان من معرفة التراكيز الابتدائية لها وقيمة التغيير

$[B] = 0.2 + 2X \Rightarrow 0.2 + 2 \times 0.4$

$= 0.2 + 0.8 \Rightarrow [B] = 1\ M$

$[A] = 0.1 + X \Rightarrow 0.1 + 0.4$

$= 0.5\ M$

$[C] = 0.1\ M$

عند الاتزان

A	+	2B ⇌ (خلفي)	3C
0.1		0.2	1.3
+X		+2X	-3X
0.5		1	0.1

عند الاتزان نعوضها في قيمة K_C

$$K_C = \frac{(0.1)^3}{(0.5)(1)^2}$$

$$K_C = \frac{0.001}{0.500}$$

$$K_C = \frac{1}{500}$$

$$K_C = 0.002$$

500) 1000 (0.002
1000
00

واجب

التفاعل الغازي $2A + 2B \rightleftharpoons 3C$ تم أناء حجمه لتر واحد وضع في الإناء 3 mole من كل من A, B, C وعند بلوغ التوازن انخفض عدد مولات C بمقدار 1.5 mole جد قيمة K_C

الحل = $\frac{3.375}{256} = 0.013$

مثال (2- 7) للتفاعل الغازي الاتي : $2SO_3 \rightleftharpoons 2SO_2 + O_2$ وفي وعاء مغلق حجمه لتر واحد وجد أن ضغط غاز SO_3 قبل تفككه يساوي 3 atm عند درجة حرارة معينه بلغ التفاعل حالة التوازن فوجد أن الضغط الكلي لخليط الغازات يساوي 4 atm احسب K_P للتفاعل عند التوازن

الحل

	$2SO_3$	$\rightleftharpoons$	$2SO_2$	+	O_2
الضغوط الأولية	3		0		0
التغير في الضغوط	$-2X$		$+2X$		X
الضغوط عند الاتزان	$3-2X$		$2X$		X
	1		2		1

عند الاتزان :-

$$P_T = P_{SO_3} + P_{SO_2} + P_{O_2}$$

$$y = 3 - 2X + 2X + X$$

$$y = 3 + X$$

$$X = 1 \text{ atm}$$

$$K_P = \frac{4}{1^2}$$

$$K_P = 4$$

اعداد مدرس الكيمياء الأستاذ حيدر يحيى علوان
اعدادية : الاندلس للبنين

رحلة التفوق في السادس
عطاء بلا حدود
A .M. Z

سؤال 2-18

في التفاعل الغازي المتزن $PCl_{5(g)} \rightleftharpoons PCl_{3(g)} + Cl_{2(g)}$ وجد إن ضغط PCl_3 الجزئي في الإناء المغلق ضعف ضغط (Cl_2) الجزئي وعند وصول التفاعل إلى موضع الاتزان بدرجة حرارة معينة وجد إن ضغط Cl_2 يساوي 1 atm فإذا علمت إن K_P للتفاعل يساوي $\frac{1}{6}$ فما هو ضغط غازي Cl_2 و PCl_3 في بداية التفاعل ؟

الحل

النسبة المئوية للتحلل او التفكك $= \frac{[\text{المتحلل} X]}{[\text{الابتدائي}]} \times 1000$

$$\frac{1}{100} = \frac{[\text{المتحلل} X]}{[1]}$$

$$[\text{المتحلل}] = \frac{1}{100}$$

المتحلل $\therefore X = 0.01 \ M$

عند الاتزان:

المتكون (الناتج) $[A] = 2X$

$= 0.2 \ M$

المتبقي (المتفاعل) $[A_2] = 1 - 0.01$

$= 0.99 \ M$

$$A_{2(g)} \underset{\text{عكسي}}{\overset{\text{امامي}}{\rightleftharpoons}} 2A_{(g)}$$

	A_2	$2A$
الابتدائي	1M	0
التغيير	-X	+2X (2×0.01)
الاتزان	0.99	0.02

$$K_C = \frac{(0.02)^2}{0.99}$$

$$K_C = \frac{0.0004}{0.9900}$$

$$K_C = 4 \times 10^{-4}$$

	0.0004
9900	40000
	36900
	400 يهمل

إما تركيز A عند الاتزان مع 0.01 mole من A_2 نفرض تركيزه =Y

$$A_2 \rightleftharpoons 2A \Rightarrow K_C = \frac{(y)^2}{0.01}$$

(A_2: 0.01 ، $2A$: y)

$$4 \times 10^{-4} = \frac{y^2}{0.01} \Rightarrow y^2 = 4 \times 10^{-6} \quad \sqrt{}$$

$$y = 2 \times 10^{-3} \Rightarrow 0.002 \ M$$

رحلة التفوق في السادس - جمهورية العراق - وزارة التربية - REPUBLIC OF IRAQ - MINISTRY OF EDUCATION - عطاء بلا حدود - A.M.Z

واجب

في وعاء حجمه لتر واحد وضع مول واحد من غاز NO_2 بدرجة حرارة معينة وجد ان 40% من الغاز قد تفكك عند وصوله لحالة الاتزان وحسب التفاعل التالي $2NO_2 \rightleftharpoons 2NO + O_2$ احسب ثابت الاتزان K_C للتفاعل ؟ الناتج 0.09 تقريبا

سؤال 2-21

في التفاعل الغازي المتزن $PCl_{3(g)} + Cl_{2(g)} \rightleftharpoons PCl_{5(g)}$ وجد إن ضغط PCl_3 الجزئي في الإناء المغلق ضعف ضغط (Cl_2) الجزئي وعند وصول التفاعل إلى موضع الاتزان بدرجة حرارة معينة وجد إن ضغط Cl_2 يساوي $1\ atm$ فإذا علمت إن K_P للتفاعل يساوي $1/6$ فما هو ضغط غازي Cl_2 و PCl_3 في بداية التفاعل ؟

الحل

في هذا السؤال يحب الانتباه والتركيز في الإجابة

نفرض أن ضغط

$$y = Cl_2$$

$$2y = PCl_2$$

حيث ان مفتاح الحل هو معلومة (ضغط Cl_2 عند الاتزان =1)

$$\therefore Y - X = 1$$

لذلك تفرض المعادلة بدلالة مجهول واحد

$$y - x = 1$$

$$\therefore x = y - 1$$

حيث عند الاتزان نستبدل x بـ $(y-1)$

$$P_{Cl_5} = y - 1$$

$$Cl_2 = 1$$

$$P_{Cl_3} = 2y - (y - 1)$$

$$P_{Cl_3} = 2y - y + 1$$

$$P_{Cl_3} = y + 1$$ عند الاتزان

$$PCl_3 + Cl_2 \rightleftharpoons PCl_5$$

	PCl_3 (g)	Cl_2 (g)	PCl_5 (g)
الضغوط الابتدائية	$2y$	y	0
التغير في الضغوط	$-x$	$-x$	$+x$
الضغوط عند الاتزان	$2y - x$	1	X
	$y+1$	1	$y-1$

عند الاتزان تعوض K_P

$$K_P = \frac{(y-1)}{(y+1)(1)}$$

$$\frac{1}{6} = \frac{(y-1)}{(y+1)(1)}$$

$$(y+1) = 6(y-1)$$

$$y + 1 = 6y - 6$$

$$6y - y = 1 + 6 \Rightarrow 5y = 7$$

$$y = \frac{7}{5} \Rightarrow y = 1.4$$

	1.4
5	7
	5
	20
	20

$$Cl_3 = 1.4 \quad atm$$

$$PCl_3 = 2 \times 1.4 \Rightarrow 2.8 \quad atm$$

العلاقة بين ثابتي الاتزان K_C و K_P

K_C بدلالة التراكيز المولارية K_P بدلالة الضغوط الجزئية

حيث تكون العلاقة بشكلين

$$K_C = K_P (RT)^{-\Delta ng}$$

$$K_P = K_C (RT)^{\Delta ng}$$

حيث ان R :- ثابت الغازات وهي قيمة ثابتة $= 0.082$

T :- درجة الحرارة بكلفن $(K) = {}^{o}C + 273$

$\Delta ng =$ عدد مولات النواتج − عدد مولات

$$\Delta ng = \sum ng \text{ Products} - \sum ng \text{ Reactants}$$

مثال 2-8

في تفاعل ما $\Delta ng = -1$ و $K_C = 4.1$ بدرجة حرارة $227\,{}^{o}C$ فما قيمة K_P لهذا التفاعل

الحل

$T_K = 227 + 273 = 500 \ k$

$\Delta ng = -1$

$$K_P = K_C (RT)^{\Delta ng}$$

$$K_P = 4.1(0.082 \times 500)^{-1}$$

$$K_P = 4.1(41)^{-1}$$

$$K_P = \frac{4.1}{41} \Rightarrow 0.1$$

مثال 2- 9

افترض حصول الاتزان للتفاعل الأتي عند درجة حرارة 300 K

$NH_4HS_{(S)} \rightleftharpoons NH_{3(g)} + H_2S_{(g)}$ وجد إن قيم ضغوط الجزيئية لكل من غازي النواتج عند حصول الاتزان تساوي 0.3 atm احسب K_P و K_C للتفاعل ؟

الحل

$$NH_4HS_{S} \rightleftharpoons NH_{3\,g} + H_2S_{g}$$

مادة صلبة لا تدخل في الحسابات

الاتزان: 0.3   0.3

بما إن الضغوط عند الاتزان إذن نعوض فيها K_P

$$K_P = \left(P_{NH_3}\right)\left(P_{H_2S}\right) = (0.3)(0.3) = 0.09$$

$$\Delta ng = \sum ng \text{ (نواتج)} - \sum ng \text{ (مواد متفاعلة)}$$

$$\Delta ng = 2 - 0 = 2$$

$$K_C = K_P(RT)^{-\Delta ng} \Rightarrow K_C = 0.09(0.082 \times 300)^{-2}$$

$$K_C = 0.09(24.6)^{-2} \Rightarrow K_C = \frac{0.09}{(24.6)^2} \Rightarrow 1.5 \times 10^{-4}$$

تمرين 2 -7

احسب قيمة K_C للتفاعل المتزن التالي $3H_{2(g)} + N_{2(g)} \rightleftharpoons 2NH_{3(g)}$

عند $500\ C^0$ إذا علمت أن قيمة $K_P = 1.5 \times 10^{-5}$ عند درجة الحرارة نفسها ؟

الحل

$$T = t^0 + 273 \Rightarrow T = 500 + 273$$

$$T = 773\ K$$

$$K_C = K_P(RT)^{-\Delta ng}$$

$$K_C = 1.5 \times 10^{-5}(0.082 \times 773)^{-(2-4)}$$

$$K_C = 1.5 \times 10^{-5}(63.4)^{+2} \Rightarrow K_C = 1.5 \times 10^{-5} \times 4019.59$$

$$K_C = 0.06$$

رحلة التفوق في السادس
عطاءٌ بلا حدود
A. M. Z

تمرين 2 -8

اذا كانت $1.6 = K_C$ عند $1000\ C^0$ بالنسبة للتفاعل $C_{(S)} + CO_{2(g)} \rightleftharpoons 2CO_{(g)}$ احسب ضغط CO الجزئي في حالة الاتزان عندما يكون الضغط الجزئي لغاز $CO_2 = 0.6\ atm$

الحل

$$\Delta ng = \sum ng\ (\text{نواتج}) - \sum ng\ (\text{مواد متفاعلة})$$

$$\Delta ng = 2 - 1 = 1$$

$$T_K = 1000 + 273$$

$$T_K = 1273\ K^0$$

$$K_P = K_C (RT)^{\Delta ng}$$

$$K_P = 1.6 (0.082 \times 1273)^1$$

$$K_P = 1.6 \times 104.4$$

1273
82
2546
101840
104.386

$$K_P = \boxed{167}$$

$$K_P = \frac{P^2_{CO}}{P_{CO_2}}$$

$$167 = \frac{P^2_{CO}}{0.6}$$

$$P^2_{CO} = 167 \times 0.6$$

$$P^2_{CO} = 100.2 \qquad \sqrt{\ }$$

$$P_{CO} = 10\ \ atm$$

اعداد مدرس الكيمياء الاستاذ حيدر يحيى علوان

أهمية ثابت الاتزان

ان لمعرفة قيمة ثابت الاتزان أهمية كبيرة في

أولا : - تحديد اتجاه التفاعل

ثانيا :- تبيان العلاقة بين ثابت الاتزان وطريقة كتابة المعادلة

أولا : - تحديد اتجاه التفاعل من خلال دراستنا نلاحظ ان قيم ثوابت الاتزان للتفاعلات الكيميائية تتراوح من قيم كبيرة جدا الى قيم صغيرة جدا واعتمادا على طبيعة التفاعل الكيميائي ودرجة الحرارة فاذا كانت قيمة ثابت التوازن اقل من واحد ($K<<1$) دل على ان تركيز النواتج عند الاتزان قليلة جدا مما يعني ان التفاعل يسير تقريبا بالاتجاه الخلفي (المواد المتكونة عند التوازن تكون قليلة مقارنة بتركيز او ضغوط المواد المتبقية وعليه فان موضع التوازن يقع بتجاه تكوين المواد المتفاعلة فلا يكون هناك الا كميات قليلة من المواد الناتجة عند التوازن وان التفاعل لا يسير بشكل مرضي لتكوين المواد الناتجة .

مثال على ذلك تفاعل غازي النتروجين والهيدروجين لتكوي ن الامونيا فان ثابت التوازن يساوي 0.0214 فان التفاعل لا ينتج كمية كبيرة من الامونيا عند التوازن)

اما اذا كانت قيمة ثابت التوازن اكبر من واحد بكثير ($K>>1$) دل على ان تركيز النواتج كبيرة جدا مما يعني ان التفاعل يسير بالاتجاه الامامي .

ان تركيز او ضغوط المواد الناتجة عند الاتزان يكون كبيرا مقارنة بالمواد المتفاعلة وكلما زادت قيمة ثابت التوازن فان القسم الأكبر من مواد المتفاعلة يتحول الى مواد ناتجة . أي ان موضع التوازن يكون باتجاه المواد الناتجة . وان التفاعل يسير بشكل مرضي لتكوين المواد الناتجة فمثلا التفاعل $2NO + O_2 \rightleftharpoons 2NO_2$ ثابت توازن مقداره 6×10^6 يعني ان التفاعل بين NO و O_2 ينتج عنه تحول تام تقريبا الى NO_2

اما الحالة الثالثة فهي اذا كان ثابت الاتزان يساوي واحد او قريب من هذا الرقم فان تراكيز المواد الناتجة والمتفاعلة تكاد تكون متساوية

العلاقة بين ثابتي الاتزان K_C و K_P وطرقة كتابة المعادلة

القاعدة الأولى: – عند قلب المعادلة المتوازنة فان قيمة K_C او K_P تقلب أيضا

$H_2 + Cl_2 \rightleftharpoons 2HCl \qquad K_C = 2$

مقلوب

$2HCl \rightleftharpoons H_2 + Cl_2 \qquad K_C = 1/2$

القاعدة الثانية :– عند ضرب المعادلة المتوازنة بمقدار فان ثابت الاتزان يُرفع إلى أس ذلك المقدار

$\frac{1}{2}H_2 + \frac{1}{2}Cl_2 \rightleftharpoons HCl \qquad K_C = 3$

$2\times$

$H_2 + Cl_2 \rightleftharpoons 2HCl \qquad K_C = (3)^2 \Rightarrow 9$

اما عند ضرب المعادلة في 1/2 فان قيمة K_C ترفع الى اس (1/2) اي تجذر بقيمة الجذر التربيعي واما عند ضربها بـ (1/3) ترفع الى اس (1/3) اي تجذر بقيمة الجذر التكعيبي

$H_2 + Cl_2 \rightleftharpoons 2HCl \qquad K_C = 4$

$\frac{1}{2}\times$

$\frac{1}{2}H_2 + \frac{1}{2}Cl_2 \rightleftharpoons HCl \qquad K_C = \sqrt{4} \Rightarrow 2$

القاعدة الثالثة :– عندما يكون التفاعل ناتج من مجموع عدد من التفاعلات فان ثابت الاتزان للتفاعل الكلي يساوي حاصل ضرب ثوابت التوازن لكل التفاعلات

$C + \frac{1}{2}O_2 \rightleftharpoons CO \qquad K_{C\,1} = 2$

$CO + \frac{1}{2}O_2 \rightleftharpoons CO_2 \qquad K_{C\,2} = 3$

$C + O_2 \rightleftharpoons CO_2 \qquad K_C = K_{C\,1} \times K_{C\,2}$

$K_C = 2 \times 3 \Rightarrow 6$

مثال 2 -11

إذا كان ثابت الاتزان عند $100\ C^0$ للتفاعل الاتي

$N_2O_{4(g)} \rightleftharpoons 2NO_{2(g)} \quad K_C = 0.36$ فما ثابت الاتزان للتفاعلات التالية عند درجة الحرارة نفسها ؟

1- $2NO_{2(g)} \rightleftharpoons N_2O_{4(g)} \quad K_C = ?$

2- $\frac{1}{2}N_2O_{4(g)} \rightleftharpoons NO_{2(g)} \quad K_C = ?$

الحل

نلاحظ المعادلة رقم (1) هي مقلوب المعادلة الأصلية (التي تحتوي على K_C) لذلك نعمل على قلب المعادلة الأصلية وقلب K_C لها

مقلوب الأصلية

$2NO_{2(g)} \rightleftharpoons N_2O_{4(g)}$

$$K_C = \frac{1}{0.36} \Rightarrow \frac{100}{36} \Rightarrow 2.8$$

إما المعادلة رقم (2) فهي تشبه المعادلة الأصلية لكن بعد ضرب الاصلية $\times \left(\frac{1}{2}\right)$

$\frac{1}{2}N_2O_{4(g)} \rightleftharpoons NO_{2(g)}$

$$K_C = \sqrt{0.36} \Rightarrow \boxed{0.6}$$

تمرين 2 -10

للتفاعل $N_2O_{4(g)} \rightleftharpoons 2NO_{2(g)}$ ثابت الاتزان $K_P = 0.39$ بدرجة حرارة $227\ C^0$ فما قيمة K_C للتفاعل $2NO_{2(g)} \rightleftharpoons N_2O_{4(g)}$ بدرجة الحرارة نفسها

الحل

ثم نجد K_C للتفاعل $N_2O_4 \rightleftharpoons 2NO_2$ حيث نلاحظها تشبه المعادلة الأصلية بعد قلب المعادلة الأصلية

$N_2O_4 \rightleftharpoons 2NO_2 \quad K_C = 1/16$

$K_C = 0.0625$

$$\triangle ng = 1 - 2 = -1$$

$$K_C = K_P (RT)^{-\triangle ng}$$

$$K_C = 0.39(0.082 \times 500)^{-(-1)}$$

$$K_C = 0.39 \times 41$$

$$K_C = 15.99 \simeq 16$$

تمرين 2 -11

واجب للتفاعل الغازي : $3H_{2\ (g)} + N_{2\ (g)} \rightleftharpoons 2NH_{3\ (g)}$

بدرجة حرارة معينة وجد ان خليط الاتزان يحتوي على $0.02\ M$ من NH_3 و $0.1\ M$ من N_2 وكذلك من H_2 ما ثابت الاتزان K_C للتفاعل $NH_{3(g)} \rightleftharpoons \frac{3}{2}H_{2(g)} + \frac{1}{2}N_{2(g)}$

الجواب $K_C = 4$

تمرين 2 -12

وزاري ٢٠١٣ دور ٢ وضع مول واحد من بروميد الهيدروجين في وعاء مغلق حجمه لتر واحد وبدرجة حرارة معينة وصل التفاعل الغازي حالة الاتزان فوجد المتكون من غاز البروم 0.2 mole وحسب التفاعل الاتي $2HBr \rightleftharpoons H_2 + Br_2$ فما عدد مولات غاز HBr في خليط اتزان أخر حجمه 1L الناتج من خلط غازي البروم والهيدروجين بكميات 2 mole لكل منها ؟

الحل

من معلومات المتكون (الناتج) من غاز البروم (0.2) يمثل حالة الاتزان وهو قيمة X

$0 - X = 0.2$

ثم نجد المتبقي من $[HBr]$ كما في المعادلة ادناه

$$[HBr] = 1 - 2 \times 0.2$$
$$[HBr] = 1 - 0.4$$
$$[HBr] = \boxed{0.6}$$

	$2HBr$	$\rightleftharpoons$	H_2	+	Br_2
الابتدائي	1M		0		0
التغيير	−2X		+X		+X
حالة الاتزان	0.6		0.2		0.2

$$K_C = \frac{[H_2][Br_2]}{[HBr_2]^2}$$

$$K_C = \frac{(0.2)^2}{(0.6)^2} \Rightarrow \frac{0.04}{0.36}$$

(4 → 1 ، 36 → 9)

$$K_C = 1/9$$

(الإناء الأخر) يجب كتابة المعادلة حسب صيغة السؤال حيث المطلوب حساب عدد مولات HBr الناتج عند الاتزان يعني [HBr في الناتج]وفي هذا التفاعل نحتاج K_C لان المجهول هو عدد مولات HBr المتكون من خلط (H_2, Br_2) لذلك نستفاد من K_C للإناء الأول بعد قلب المعادلة الأصلية و K_C لها

$$K_C = \frac{9}{1}$$

خلط تمثل تراكيز ابتدائية

H_2	+	Br_2	$\underset{\text{خلفي}}{\overset{\text{امامي}}{\rightleftharpoons}}$	$2HBr$
2		2		0
-X		-X		+2X
2 - X		2 - X		2X

$$9 = \frac{(2X)^2}{(2-X)^2} \quad \sqrt{\ } \Rightarrow 3 = \frac{2X}{2-X} \Rightarrow 2X = 3(2-X) \Rightarrow 2X = 6 - 3X$$

$$2X + 3X = 6 \Rightarrow 5X = 6 \Rightarrow X = \frac{6}{5} \Rightarrow X = 1.2 \quad [HBr] = 2X \Rightarrow 2 \times 1.2 = \boxed{2.4}$$

تمرين 2 -13 وجد إن ثابت الاتزان للضغوط الجزئية بدرجة حرارة **2000 K** لكل من التفاعلات التالية هي :-

$$1-\quad \tfrac{1}{2}Br_2 + \tfrac{1}{2}F_2 \rightleftharpoons BrF \qquad K_{P1} = 150$$

$$2-\quad \tfrac{1}{2}Br_2 + \tfrac{3}{2}Fe_2 \rightleftharpoons BrF_3 \qquad K_{P2} = 2.5$$

احسب ثابت الاتزان K_C للتفاعل $BrF_3 \rightleftharpoons BrF + F_2$

الحل

يمثل هذا السؤال ضمن القاعدة الثالثة وهي إيجاد ثابت التوازن لتفاعل ما ناتج من التفاعلات حيث إن (K_P) لها يساوي حاصل ضرب $(K_{P1} \times K_{P2})$

المعادلة رقم (1) تبقى كما هي بسبب تشابه (BrF) لها مع المعادلة الأصلية حيث توجد في الناتج وعدد مولاتها يساوي واحد

أما المعادلة (2) فأنها تُقلب لان (BrF_3) في المعادلة الأصلية موجودة في المتفاعلات

$$1-\quad \tfrac{1}{2}Br_2 + \tfrac{1}{2}F_2 \rightleftharpoons BrF \qquad K_{P1} = 150 \quad \text{كما هي}$$

$$2-\quad BrF_3 \rightleftharpoons \tfrac{1}{2}Br_2 + \tfrac{3}{2}Fe_2 \qquad K_{P2} = 1/2.5 \quad \text{تُقلب}$$

$$BrF_3 \rightleftharpoons BrF + F_2 \qquad K_P = K_{P1} \times K_{P2}$$

$$K_P = 150 \times \frac{1}{2.5} \Rightarrow K_P = 150 \times 0.4$$

$$K_P = 60$$

$$\triangle ng = 2 - 1 = 1$$

$$K_C = K_P (RT)^{-\triangle ng}$$

$$K_C = 60(0.082 \times 2000)^{-1} \Rightarrow K_C = 60 \times (164)^{-1}$$

$$K_C = \frac{60}{164}$$

$$K_C = 0.366$$

رحلة التفوق في السادس
عطاء بلا حدود A. M. Z

سؤال 2 -15

ثابت الاتزان للتفاعلات التالية هي :-

1- $CO_2 + H_2O \rightleftharpoons H^+ + HCO_3^- \qquad K_{C1} = 4.2\times10^{-7}$

2- $CaCO_3 \rightleftharpoons CO_3^{-2} + Ca^{+2} \qquad K_{C2} = 4.7\times10^{-9}$

3- $HCO_3^- \rightleftharpoons H^+ + CO_3^{-2} \qquad K_{C3} = 4.8\times10^{-11}$

فما ثابت الاتزان للتفاعل المتزن $CO_2 + CaCO_3 + H_2O \rightleftharpoons Ca^{+2} + 2HCO_3$

الحل

من ملاحظات السابقة يتضح إن معادلة (1و2) تبقى كما هي ومعادلة (3) تُقلب

1- $CO_2 + H_2O \rightleftharpoons \cancel{H^+} + HCO_3^- \qquad K_{C1} = 4.2\times10^{-7}$

2- $CaCO_3 \rightleftharpoons \cancel{CO_3^{-2}} + Ca^{+2} \qquad K_{C2} = 4.7\times10^{-9}$

3- $\cancel{H^+} + \cancel{CO_3^{-2}} \rightleftharpoons HCO_3^- \qquad K_{C3} = 1/4.8\times10^{-11} \quad = 0.02\times10^{+12}$

$K_{C3} = \dfrac{1}{48\times10^{-12}}$

$K_{C3} = 0.02\times10^{+12}$

$$CO_2 + CaCO_3 + H_2O \rightleftharpoons Ca^{+2} + 2HCO_3$$

$$K_C = K_{C1}\times K_{C2}\times K_{C3}$$

$$K_C = 42\times10^{-8}\times47\times10^{-10}\times2\times10^{+10}$$

$$K_C = 42\times47\times2\times10^{-8} \Rightarrow K_C = \boxed{4\times10^{-5}}$$

سؤال خارجي

احسب K_C للتفاعل المتزن

$CO_2 + H_2O + 2NH_3 \rightleftharpoons 2NH_4^+ + CO_3^{-2} \qquad K_C = ?$

1- $NH_3 + H_2O \rightleftharpoons NH_4^+ + OH^+ \qquad K_{C1} = 2\times10^{-5}$

2- $CO_2 + H_2O \rightleftharpoons H_2CO_3 \qquad K_{C2} = 4\times10^{-7}$

3- $H_2CO_3 \rightleftharpoons 2H^+ + CO_3^{-2} \qquad K_{C3} = 1\times10^{-8}$

4- $H_2O \rightleftharpoons H^+ + OH^- \qquad K_{C4} = 1\times10^{-14}$

2X 1- $2NH_3 + 2H_2O \rightleftharpoons 2NH_4^+ + 2OH^+ \qquad K_{C1} = 4\times10^{-10}$

كما هي 2- $CO_2 + H_2O \rightleftharpoons H_2CO_3 \qquad K_{C2} = 4\times10^{-7}$

كما هي 3- $H_2CO_3 \rightleftharpoons 2H^+ + CO_3^{-2} \qquad K_{C3} = 1\times10^{-8}$

2X تُقلب 4- $2H^+ + 2OH^- \rightleftharpoons 2H_2O \qquad K_{C4} = 1/\left(1\times10^{-14}\right)^2$

$$CO_2 + H_2O + 2NH_3 \rightleftharpoons 2NH_4^+ + CO_3^{-2} \qquad K_C = K_{C1}\times K_{C2}\times K_{C3}\times K_{C4}$$

$$K_C = 4\times10^{-10}\times4\times10^{-7}\times1\times10^{-8}\times1\times10^{+28}$$

$$K_C = 16\times10^{-25}\times10^{+28} \Rightarrow K_C = \boxed{16\times10^{+3}}$$

حاصل التفاعل Reaction Quotint

وهي قيمة افتراضية لثابت الاتزان تحسب في لحظة ما خلال التفاعل لتنبؤ بوصوله الى حالة الاتزان ويعبر عنه بنفس علاقة ثابت الاتزان ولكن التراكيز المستخدمة لا تمثل حالة الاتزان بل تراكيز ابتدائية ويرمز له Q

عند التراكيز الابتدائية وليس حالة الاتزان ← $Q = \frac{[\text{النواتج}]}{[\text{المتفاعلات}]}$

حيث نقارن قيمة Q بقيمة ثابت الاتزان والغاية من ذلك لمعرفة اتجاه التفاعل إذا كانت معرفة اتجاه التفاعل صعبا وكما يلي :-

1- $Q > K_C$ ← اتجاه خلفي

2- $Q < K_C$ ← اتجاه أمامي

3- $Q = K_C$ ← التفاعل متزن

مثال 2 -12

ثابت الاتزان عند $500\ C^0$ هو 0.06 ادرس الحالات التالية وقرر اتجاه سير التفاعل (علما بان جميع التراكيز معبرا عنها بوحدة mol/ L)

	$[NH_3]$	$[N_2]$	$[H_2]$
-1	0.001	0.00001	0.002
-2	0.0002	0.000015	0.354
-3	0.0001	5.00	0.01

الحل

$$3H_{2(g)} + N_{2(g)} \rightleftharpoons 2NH_{3(g)}$$

$$(1-)\ Q = \frac{(0.001)^2}{(0.001)^2(0.00001)^1} = 12.5\times10^{+5} \Rightarrow Q > K_C$$ (خلفي)

$$(2-)\ Q = \frac{(0.0002)^2}{(0.354)^2(0.000015)^1} = 0.06 \Rightarrow Q = K_C$$ (توازن) والتراكيز هي تراكيز اتزان

$$(3-)\ Q = \frac{(0.0001)^2}{(0.01)^2(5)^1} = 0.002 \Rightarrow Q < K_C$$ (امامي)

تمرين 2 -14 للتفاعل الغازي : $3H_{2(g)} + N_{2(g)} \rightleftharpoons 2NH_{3(g)}$ ثابت الاتزان K_C له يساوي 9.0 .

1 - هل ان مزيج مكون من 2.0 mol من كل من الغازات N_2 و H_2 و NH_3 في وعاء مغلق حجمه 1.0 L . يمثل حالة اتزان ؟

2 - لو افترضنا ان المزيج غير متزن ، ما حجم الاناء اللازم لجعله متزنا ؟

الحل

(1)

$\because \; V = 1 \; L$

$\therefore \; n = M$

$3H_2 + N_2 \rightleftharpoons 2NH_3$ التراكيز الأولية

2 2 2

$$Q = \frac{4}{16} = 0.25$$

$\therefore Q < K_C$

(2)

$$[M] = \frac{N}{V_{(C)}}$$

$3H_2 + N_2 \rightleftharpoons 2NH_3$ التراكيز الأولية

$\frac{2}{V}$ $\frac{2}{V}$ $\frac{2}{V}$

$Q = K_C$

$$9 = Q = \frac{\frac{4}{V^2}}{\frac{16}{V^4}}$$

$$9 = Q = \frac{\frac{4}{V^2}}{\frac{16}{V^4}}$$

$$9 = \frac{1}{\frac{4}{V^2}} \quad \sqrt{}$$

$$3 = \frac{1}{\frac{2}{V}}$$

$V = 6 \; L$

تمرين 2 -15

في إناء حجمه 2 L سخن 1.4 mole من مزيج الغازات Br_2, H_2, HB_r إلى درجة حرارة معينة حتى وصل التفاعل حالة الاتزان فإذا علمت إن ثابت الاتزان لتكوين مول واحد من HB_r من غازي Br_2, H_2 بدلالة الضغوط الجزئية $0.25 = K_p$ فما عدد مولات المواد الناتجة والمتبقية عند الاتزان

الحل

نحول عدد المولات الى تركيز بالقسمة على الحجم (2L)

$$[HBr] = [H_2] = [Br_2] = \frac{1.4\ mol}{2\ L}$$

$$= 0.7\ mol / L$$

هناك معرفة اتجاه التفاعل صعبة لذلك نطبق فكرة حاصل التفاعل ونقارنها بثابت الاتزان فاذا كان

Q < Kc فات اتجاه التفاعل خلفي او Q > Kc فات اتجاه التفاعل امامي

$$Q = \frac{(0.7)^2}{(0.7)^2} = 1$$

نستفاد من معلومات السؤال وهي :

لدينا ثابت الاتزان (Kp) لتكوين مول واحد من HBr حيث نعمل معادلة تكوين مول واحد من HBr ثم نحول هذه المعادلة الى المعادلة الاصلية الموجودة في السؤال

$$\tfrac{1}{2}H_2 + \tfrac{1}{2}Br_2 \rightleftharpoons HBr \quad Kp = 0.25$$

نحول ثابت الاتزان من Kp الى Kc لان مزيج الغازات بدلالة التراكيز المولارية لان $\Delta ng = 0$ مولات النواتج = مولات المتفاعلات

$$Kc = Kp\ (RT)^{-\Delta ng}$$

$$Kc = 0.25\ (RT)^0$$

كل مقدار يحمل اس صفر =1

$$\therefore Kc = 0.25 \times 1$$

$\times 2$

$$\tfrac{1}{2}H_2 + \tfrac{1}{2}Br_2 \rightleftharpoons HBr \quad Kp = 0.25$$

نضرب هذه المعادلة X2 حتى تشبه المعادلة الاصلية

$$H_2 + Br_2 \rightleftharpoons HBr$$

$$Kc = (0.25)^2 = 0.0625$$

هسه ارتاح كلبي 😊 وطلع Kc للمعادلة الاصلية بعدها نقارنه مع Q

$Kc = 0.0625 < Q = 1$ أي ان اتجاه التفاعل خلفي

H_2	+	Br_2	$\rightleftharpoons$	2HBr
0.7		0.7	خلفي	0.7
+X		+X		-2X
0.7 + X		0.7 + X		0.7 - 2X

$$(0.25)^2 = \frac{(0.7 - 2X)^2}{(0.7 + X)^2} \quad \sqrt{\ }$$

$$0.25 = \frac{0.7 - 2X}{0.7 + X}$$

$$\frac{1}{4} = \frac{0.7 - 2X}{0.7 + X}$$

$$(0.7 + X) = 4(0.7 - 2X)$$

$$0.7 + X = 2.8 - 8X$$

$$X + 8X = 2.8 - 0.7$$

$$9X = 2.1$$

$$\therefore X = \frac{2.1}{9} \Rightarrow 0.233\ M$$

$$[H_2] = [Br_2] = 0.7 + X$$

$$= 0.700 + 0.233$$

$$= 0.933\ M$$

$$n = M \times VL$$

$$n = 0.933 \times 2 \Rightarrow \boxed{1.866\ mol}$$

$$[HBr] = 0.7 - 2 \times 0.233$$

$$[HBr] = 0.700 - 0.466$$

$$[HBr] = 0.234\ M$$

$$n = M \times VL$$

$$n = 0.234 \times 2$$

$$n = \boxed{0.468\ mol}$$

سؤال خارجي

في التفاعل الغازي $H_2 + I_2 \rightleftharpoons 2HI$ تم في إناء حجمه لتر وضع فيه 1.4 mole من كل من I_2 , H_2 , HI ما هي تراكيز مكونات المزيج عند حالة التوازن علما ان ثابت التوازن بدلالة التراكيز المولارية لتكوين مول واحد من HI من عناصره الأولية $= \frac{1}{3}$

الحل

معرفة اتجاه التفاعل صعبا لذلك نلجأ إلى فكرة حاصل التفاعل

$$Q = \frac{(1.4)^2}{(1.4)^2}$$

$$Q = 1$$

ثم نستخرج قيمة K_C لنقارنها بحاصل التفاعل حيث يستفاد من معلومة علما ان تكوين مول واحد من HI .....

$\frac{1}{2}H_2 + \frac{1}{2}I_2 \rightleftharpoons HI \qquad K_C = \frac{1}{3}$

$HI \rightleftharpoons \frac{1}{2}H_2 + \frac{1}{2}I_2 \qquad K_C = 3$

$2HI \rightleftharpoons H_2 + I_2 \qquad K_C = (3)^2 = 9$

هسه المعادلة تشبه المعادلة الأصلية أذن نأخذ قيمة $K_C = 9$ لها مباشرا

$K_C = 9 > Q = 1$

K_C اكبر ر K ∴ اتجاه التفاعل إمامي

$2HI$	$\rightleftharpoons$ (امامي)	H_2	+	I_2
1.4M		1.4M		1.4M
-2X		+X		X
$(1.4-2X)$		$(1.4+X)$		$(1.4+X)$

$$K_C = \frac{[H_2][I_2]}{[HI]^2} \Rightarrow 9 = \frac{(1.4+X)^2}{(1.4-2X)^2} \quad \sqrt{}$$

$$3 = \frac{1.4+X}{1.4-2X} \Rightarrow 1.4 + X = 3(1.4-2X)$$

$$1.4 + X = 4.2 - 6X$$

$$X + 6X = 4.2 - 1.4 \Rightarrow 7X = 2.8$$

$$X = \frac{2.8}{7} \Rightarrow X = 0.4$$

$$[H_2] = [I_2] = 1.4 + 0.4$$

$$= 1.8 \quad M$$

$$[HI] = 1.4 - 2X = 1.4 - 0.8$$

$$[HI] = 0.6 \quad M$$

سؤال واجب

التفاعل الغازي التالي $H_2 + Cl_2 \rightleftharpoons 2HCl$ مزج في وعاء حجمه لتر واحد 0.8 mole من غاز HCl مع 0.2 mole من كل من غازي H_2 , Cl_2 وبدرجة حرارة معينة وصل التفاعل إلى حالة الاتزان احسب عدد مولات خليط الاتزان علما أن ثابت الاتزان K_C للتفاعل =4

الجواب $HCl = 0.6 \qquad H_2 = Cl_2 = 0.3$

العلاقة بين الطاقة الحرة ΔG وقيمة حاصل التفاعل Q

ثابت الغازات بوحدات الطاقة 8.314

$$\Delta G = \Delta G^0 + RT \ln Q$$

الطاقة الحرة الغير قياسية (ΔG)، حاصل التفاعل (Q)، الطاقة الحرة القياسية (ΔG^0)، $T = (C^0 + 273) K^0$

وعند الوصول إلى حالة الاتزان تكون قيمة $\Delta G = 0$ وتصبح العلاقة على الشكل التالي :-

$$0 = \Delta G^0 + RT \ln K_{eq}$$

لأنه في حالة الاتزان (0) — استبدال حاصل التفاعل بثابت الاتزان (K_{eq})

$$\Delta G^0 = -RT \ln K_{eq}$$

نحتاجها دائما في الأسئلة ومن خلالها نجد K_{eq} أو ΔG^0

ملاحظات

1- (K_{eq}) هو اي ثابت من الثوابت مثلا K_p, K_C, K_w .... (ثابت الضغوط/ ثابت التراكيز / ثابت تحلل الماء)

2- تعد هذه المعادلة من أهم المعادلات الثرنوداينمك لأنها تمكننا من معرفة التغيير في الطاقة الحرة القياسية ΔG^0 من معرفة قيمة ثابت الاتزان K_{eq} والعكس صحيح

3- يجب ملاحظة توحيد الوحدات بين R مع ΔG^0 بحيث إن كليهما يجب إن يعبر عنها بالجول لان قيمة R محسوبة بالجول وتعطى قيمة ΔG بكيلو جول لذلك يجب ضرب $\Delta G^0 \times 1000$

4- إن الرمز ($\ln$) يعني اللوغاريتم الطبيعي للأساس (e) ويمكن إيجاد قيمة K_{eq} بأخذ عكس قيمة $\ln$ عند استخدام الحاسبة نضغط على (e^x)

العلاقة بين ΔG^0 و K_{eq} حسب المعادلة $\Delta G^0 = -RT \ln K_{eq}$

K_{eq}	$\ln K_{eq}$	ΔG^0	الملاحظات
اكبر 1<	موجبة	سالبة	يجري التفاعل تلقائيا
1 =	0	0	التفاعل في حالة اتزان
اصغر 1>	سالبة	موجبة	لا يجري التفاعل تلقائيا وإنما يحدث تلقائيا بالاتجاه الخلفي

مثال (2-13) اذا علمت ان ΔG^0 للتفاعل التالي $= -104\ KJ$ عند درجة حرارة $25\ C^0$ وضغط $1\ atm$ احسب ثابت الاتزان K_{eq} عند الظروف نفسها ؟

$$CCl_4 + H_2 \rightleftharpoons HCl + CHCl_3$$

الحل

ان $25\ C^0$ **دائما و لا داعي للتكرار** وضغط 1 atm تعني ان الظروف قياسية (STP)

هنا لا نسى تحويل وحدات ΔG^0 من الكيلو جول الى الجول وذلك بالضرب 1000 X

ان قيمة R كما قلنا تساوي بوحدات الطاقة 8.314 بينما قيمة R بوحدات المول هي 0.082 حيث ان R بوحدات المول لا نحتاجها هنا ....

قيمة T عند الظروف القياسية هي

$$T_K = 25 + 273 = 298$$

قيمة (RT) عند حسابها تساوي 2477.57 حفظ عند ضرب 8.314 X 298

$$\Delta G^0 = -RT\ \ell n\ K_{eq}$$

$$-104000 = -2477.57\ \ell n\ K_{eq}$$

$$\ell n\ K_{eq} = \frac{-104000}{-2477.57}$$

$$\ell n\ K_{eq} = 41.97$$

$$K_{eq} = \ell n^{-1} 41.97$$

$$K_{eq} = \boxed{1.7 \times 10^{18}}$$

هنا نتبع احد الاحتمالين

اما نضغط على الرقم 41.97 ثم نضغط على (e^x) عند استخدام الحاسبة اليدوية

أو يعطي معلومة في السؤال وهي

$$\ell n\ 1.7 \times 10^{18} = 41.97$$

ويجب عليك أن تحول ℓn لتصبح

$$\ell n^{-1} 41.97 = \boxed{1.7 \times 10^{18}}$$

وتعتبر قيمة كبيرة جدا حيث التفاعل شبه تام

تمرين (2-16) احسب ثابت الاتزان K_P للتفاعل الاتي عند $25\ C^0$ وضغط $1\ atm$

$2H_2O_{(\ell)} \rightleftharpoons 2H_{2(g)} + O_{2(g)}$ اذا علمت ان الطاقة الحرة القياسية لتكوين الماء هي $\Delta G_f^0\ H_2O = -237\ KJ/mole$ وبين هل يحدث تلقائيا في درجة $25\ C^0$

الحل

$$\Delta G_r^0 = \sum \Delta G_f^0 \text{ النواتج } - \sum \Delta G_f^0 \text{ المتفاعلات }$$

$$\Delta G_r^0 = [2(0)+0] - [2(-237)]$$

$$\Delta G_r^0 = [0] - [-474]$$

$$\Delta G_r^0 = 474\ KJ/mole$$

$$\Delta G^0 = -RT\ \ell n\ K_P$$

$$474000 = -2477.57\ \ell n\ K_P$$

$$\ell n\ K_P = \frac{474000}{-2477.57} \Rightarrow -191.3$$

$$K_P = \ell n^{-1} - 191.3$$

$$K_P = 8\times10^{-84}$$

يعتبر هذا السؤال ربط بين الفصل الأول والثاني

هنا يجب إيجاد الطاقة الحرة القياسية من مجموع ΔG_f^0 للنواتج ـ ΔG_f^0 للمتفاعلات

مع ملاحظة ان ΔG_f^0 للعنصر الحر = صفرا

نحول وحدات ΔG_r^0 من الكيلو جول الى الجول وذلك بالضرب x 1000

معلومة من السؤال

$$\ell n\ 8\times10^{-84} = -191.3$$

$$\ell n^{-1} - 191.3 = 8\times10^{-84}$$

وهذه القيمة صغيرة جدا وهذا يعني أن التفاعل لا يحدث تلقائيا

سؤال 2-34 إذا علمت ثابت التأين للماء عند $25\ C^0$ وضغط $1\ atm$ تساوي 1×10^{-14} احسب قيمة ΔG^0 للتأين $H_2O_{(\ell)} \rightleftharpoons H^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$

الحل

$$\Delta G^0 = -RT\ \ell n\ K_W$$

$$\Delta G^0 = -(8.314\times298)\ \ell n\ 1\times10^{-14}$$

$$\Delta G^0 = -2477.57 \times \ell n\ 1\times10^{-14}$$

$$\Delta G^0 = -2477.57 \times -14\ \ell n\ 10$$

من خواص ℓn لان $\ell n\ 10 = 2.3$

$$\Delta G^0 = -2477.57 \times -14 \times 2.3$$

$$\Delta G^0 = +79777\ J/mole$$ تقريبا

$$\Delta G^0 = 79.8\ KJ/mole$$

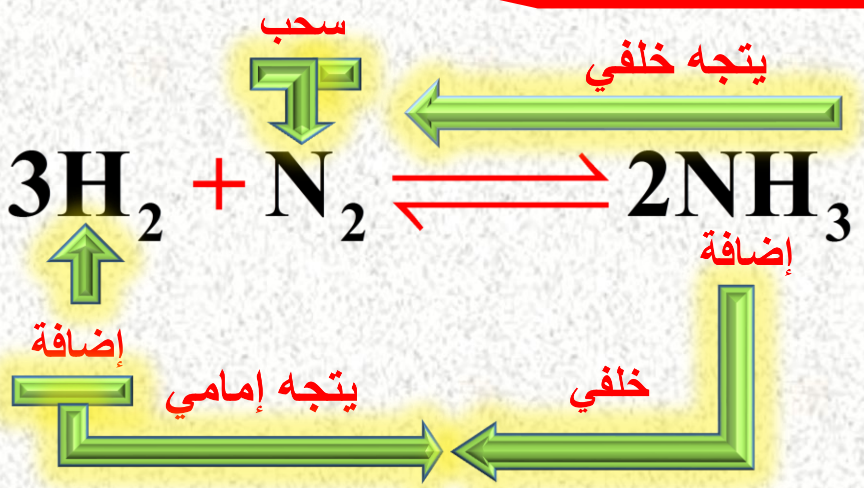
وذا أراد ΔG^0 بـ كليو جول نقسمها على 1000

قاعدة لي – شاتليه Le chate liers principle

إذا اثر مؤثر خارجي مثل تغير التراكيز أو الحجم أو الضغط أو درجة الحرارة على تفاعل ما في حالة اتزان فان هذا التفاعل يتجه بالاتجاه الذي يقلل من تأثير ذلك المؤثر ليصل التفاعل إلى حالة اتزان جديدة ، ويشبه هذا المبدأ قانون نيوتن: لكل فعل رد فعل مساو له في القيمة ومعاكس له في الاتجاه .

العوامل المؤثرة على حالة الاتزان

أولا:- التغير في تراكيز المواد المتفاعلة والناتجة



١– يتجه التفاعل نحو الأمام عند :-
- أ– إضافة مواد متفاعلة
- ب – سحب مواد ناتجة

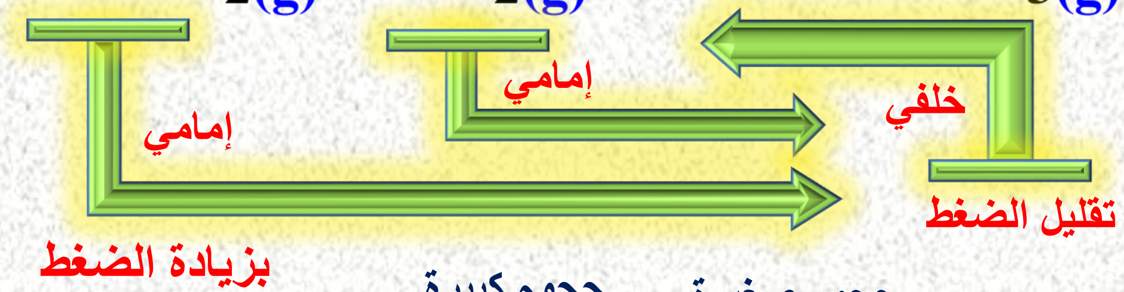
٢– يتجه التفاعل نحو الخلف عند :-
- أ- سحب مواد متفاعلة
- ب- إضافة مواد ناتجة

وذلك حسب قاعدة لي شاتليه حيث عند **إضافة** مواد متفاعلة يختل التوازن بسب الإضافة الحاصلة وللتقليل من تلك الإضافة الحاصلة يتجه التفاعل نحو **الأمام** ولو تم **سحب** مواد متفاعلة مثل H_2 أو N_2 يختل التوازن ولتعويض النقص الحاصل فيها يتجه التفاعل نحو **الخلف** لعودة التفاعل إلى حالة الاتزان مرة أخرى . وكذلك عند إضافة مادة ناتجة وهي NH_3 أو سحب منها يحدث الأمر نفسه للعودة إلى حالة الاتزان مرة أخرى .

العوامل المؤثرة على حالة الاتزان

ثانيا :- تأثير الضغط او حجم اناء التفاعل على حالة الاتزان

$$2SO_{2(g)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons 2SO_{3(g)}$$



حجوم كبيرة　　حجوم صغيرة

$$2+1 \rightleftharpoons 2$$

1 ـ بزيادة الضغط :- يتجه التفاعل من الحجوم الكبيرة إلى الحجوم الصغيرة أي يتجه نحو الإمام

2 ـ بتقليل الضغط :- يتجه التفاعل من الحجوم الصغيرة إلى الحجوم الكبيرة أي يتجه نحو الخلف

رحلة التفوق في السادس

ملاحظات

1- بعض الأسئلة ترد بدون ذكر الضغط حيث يذكر الحجم وحسب قانون بويل أن الحجم يناسب عكسيا مع الضغط أي عندما يقول أن حجم الإناء قليل يقصد بذلك زيادة الضغط أما إذا قال حجم الإناء كبير يقصد به نقصان أو تقليل الضغط

2 ـ الانتباه ! على طور التفاعل يجب أن يكون غازي فقط لان الطور الصلب آو السائل لا يدخل في حسابات ثابت الاتزان وان تركيزه آو ضغطه لا يؤثر على حالة الاتزان

3 ـ تتم معرفة حساب الحجوم الكبيرة من الصغيرة بالعلاقة التالية

للطور الغازي فقط ⟵ $\Delta ng = \sum ng$ للنواتج $- \sum ng$ للمتفاعلات

4 ـ أن التغيير **بالتراكيز المولارية والضغوط** يؤثر على حالة الاتزان ولكنه لا يؤثر على قيمة ثابت الاتزان K_P , K_C

العوامل المؤثرة على حالة الاتزان

ثالثا :- تأثير درجة الحرارة

هنالك نوعين من التفاعلات الكيميائية

أ- باعثة للحرارة $\Delta H = -$

ب - ماصة للحرارة $\Delta H = +$

1- عند رفع درجة الحرارة أي (تسخين التفاعل) :- فان زيادة درجة الحرارة يتجه التفاعل نحو الماص للحرارة

2 - عند خفض درجة الحرارة أي (تبريد التفاعل) :- فان خفض درجة الحرارة يتجه التفاعل نحو الباعث للحرارة

ملاحظات

إن نوع التفاعل الذي يعطى في السؤال (باعث أو ماص) يعطي للأمامي فقط إما الخلفي فيكون عكس ذلك

مثال على ذلك التفاعل التالي : الماص للحرارة $H_2O_{(L)} \underset{\text{ب ا ث}}{\overset{\text{م ا ص}}{\rightleftharpoons}} H_{2(g)} + \frac{1}{2}O_{2(g)}$

وهذا يعني ان الامامي ماص للحرارة اما الخلفي فيكون عكس ذلك أي باعث للحرارة

بعض الأحيان يرد في السؤال أناء التفاعل فيقول :-

أ- سُخن أناء التفاعل (إي ارتفعت درجة حرارته) :- هذا يعني أن التفاعل باعث للحرارة فيمتص الاناء الحرارة المنبعثة من التفاعل لذلك يسخن الاناء

ب-بُرد أناء التفاعل (إي انخفضت درجة حرارته) وهذا يعني أن التفاعل ماص للحرارة ...... حيث إن التفاعل امتص الحرارة من الإناء لذلك بُرد

قد تكون معرفة التفاعل باعث أم ماص من صيغة السؤال بحيث ترد بإشكال مختلفة فمثلا

١- إذا وردت كلمة (Energy) يعني الطاقة في المتفاعلات فان التفاعل ماص أما إذا وردت في النواتج فان التفاعل باعث للحرارة

٢- إذا كانت قيمة ΔH بالموجب فالتفاعل ماص وذا ΔH بالسالب فالتفاعل باعث للحرارة

إذا وردت في السؤال أناء التفاعل سُخن فان التفاعل باعث للحرارة إما إذا كان أناء التفاعل بُرد فان التفاعل ماص للحرارة ولا تنسى إذا حددت نوع التفاعل فهو يعطى هدية للاتجاه الأمامي حصرا اما الخلفي هو عكس الامامي

العوامل المؤثرة على حالة الاتزان

رابعا :- العامل المساعد

لا يؤثر العامل المساعد على حالة الاتزان في نظام التفاعل حيث يؤثر فقط على طاقة التنشيط فهو يعمل على زيادة سرعة التفاعلين الأمامي والخلفي بالدرجة نفسها او المقدار نفسه للوصول إلى حالة الاتزان .

العوامل المؤثرة على قيمة ثابت الاتزان

أولا :- تغير التراكيز لا تؤثر على قيمة ثابت الاتزان K_C أو K_P

ثانيا :- تغير الضغط لا تؤثر على قيمة ثابت الاتزان K_C أو K_P

حيث إن نسبة التراكيز أو الضغوط للنواتج على المتفاعلات عند الاتزان تبقى ثابتة

$$K_{eq} = \frac{[\text{النواتج}]}{[\text{المتفاعلات}]}$$

ثابتة

ثالثا :- تغير درجة الحرارة :- تؤثر على قيمة ثابت الاتزان بحيث

أ- **تزداد** قيمة K_{eq} عندما يتجه التفاعل **نحو الإمام** لان نسبة النواتج عند الاتجاه الأمامي تزداد وتقل المتفاعلات فتزداد قيمة K_{eq}

$$K_{eq} = \frac{[\text{نواتج أكثر}]}{[\text{متفاعلات اقل}]} \Rightarrow K_{eq}$$

كبيرة

ب - **تقل** قيمة K_{eq} عندما يتجه التفاعل **نحو الخلف** لان النسبة تكون معاكسة حيث تزداد المتفاعلات وهي (في المقام) وتقل النواتج وهي (في البسط) لذلك تقل قيمة K_{eq}

$$K_{eq} = \frac{[\text{نواتج اقل}]}{[\text{متفاعلات أكثر}]} \Rightarrow K_{eq}$$

صغيرة

مثال (2-14) التفاعل المتزن الاتي $2Hg_{(l)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons 2HgO_{(s)}$

ΔH للتفاعل تساوي **-181 KJ** عند درجة حرارة **298K** و K_P للتفاعل تساوي 3.2×10^{20}

بين هل قيمة K_P عند **500K** اكبر ام اقل من قيمتها عند **298K** للتفاعل نفسه

الحل ان التفاعل باعث للحرارة فعند زيادة درجة الحرارة المؤثرة على التفاعل يتجه نحو اليسار وذلك للتخلص من الفائض في درجة الحرارة وبالتالي تقل تراكيز النواتج عند الاتزان وتزداد تراكيز المتفاعلات وبالتالي تقل قيمة K_P لهذا التفاعل بدرجة حرارة **500K**

تمرين (2-17) للتفاعل المتزن الاتي $5F_{2(s)} + Br_{2(g)} \rightleftharpoons 2BrF_{5(g)}$ ΔH للتفاعل تساوي **858 KJ** عند درجة **1000K** و K_P للتفاعل تساوي 7.4×10^{16} بين هل قيمة K_P عند **1500K** للتفاعل اكبر ام اقل من قيمتها عند **1000K** للتفاعل نفسه .

الحل من قيمة ΔH نعرف ان التفاعل ماص للحرارة وعند رفع دجة الحرارة على التفاعل فانه يتجه نحو اليمين وذلك للتخلص من الفائض في درجة الحرارة وبالتالي تزداد تراكيز النواتج عند الاتزان وتقل تراكيز المتفاعلات وبالتالي تزداد K_P لهذا التفاعل بدرجة حرارة **1500K**

تمرين (2-18) للتفاعل المتزن : $H = 284\ KJ / mol$ $3O_{2(g)} \rightleftharpoons 2O_{3(g)}$

ما تأثير كل من العوامل الاتية على حالة التوازن وثابت الاتزان ؟

1- زيادة الضغط على التفاعل وذلك بإنقاص حجم الاناء
2- زيادة الضغط بإضافة مزيد من O_2 الى النظام .
3- خفض درجة الحرارة
4 - إضافة عامل مساعد

الحل

1 - عند زيادة الضغط ← نحو المولات الأقل ← الامامي ← لا تتأثر K_{eq}

2 - عند زيادة الضغط ← نحو المولات الأقل ← الامامي ← لا تتأثر K_{eq}

3 - عند خفض درجة الحرارة (تبريد) ← نحو الباعث ← الخلفي ← يقل K_{eq}

4 - عليك

سؤال خارجي التفاعل الاتي :- قيمة $K_C = 10$

$$3A_{(g)} + B_{(g)} \underset{\text{ماص}}{\overset{\text{باعث}}{\rightleftharpoons}} 2C_{(g)} + 2D_{(g)} + \text{Energy}$$

الحل

اجب عن الاتي :-

١-إن قيمة K_C تصبح (7 [10 ✓] 12) عند زيادة الضغط

٢-أن قيمة K_C تصبح (7 [10 ✓] 12) عند سحب كمية من D

٣-أن قيمة K_C تصبح ([7 ✓] 10 12) عند رفع درجة الحرارة

٤-أن قيمة K_C تصبح (12) عند (تقليل الضغط/ إضافة كمية B / خفض درجة الحرارة) ✓

سؤال خارجي تفاعل غازي فيه $K_C = \frac{K_P}{R_T}$ أين ينحرف التفاعل لو قل علية الضغط

الحل

يجب تحديد العلاقة في السؤال بحيث نرجعها إلى أصلها

$$K_C = K_P (RT)^{-1}$$

وهذا يعني ان $\Delta ng = \boxed{1}$ لذلك يجب صياغة معادلة (من عندك) بحث يكون الفرق بين النواتج والمتفاعلات $= 1$

$$A \rightleftharpoons 2B \quad \Rightarrow \quad \Delta ng = 2 - 1 = \boxed{1}$$

وألان تتم الإجابة على السؤال حيث عند تقليل الضغط يتجه التفاعل من الحجوم الصغيرة إلى الكبيرة نحو الإمام لان تقليل الضغط يتجه فيه التفاعل من الحجوم الصغيرة A الى الكبيرة 2B

سؤال واجب تفاعل غازي باعث للحرارة فيه $\Delta ng = \boxed{-2}$ لماذا يُسخن أناء هذا التفاعل لو تم زيادة الضغط عليه ؟

تمرين 2-18

التفاعل المتزن الاتي :-

$$3O_{2(g)} \underset{\text{باعث}}{\overset{\text{ماص}}{\rightleftharpoons}} 2O_{3(g)} \quad \triangle H = 428\ KJ/mole$$

ما تأثير كل من العوامل التالية على حالة الاتزان وثابت الاتزان؟

الحل

ت	العوامل	تأثيرها على حالة الاتزان	تأثيرها على ثابت الاتزان K_{eq}
1	زيادة الضغط على التفاعل وذلك بإنقاص حجم الإناء	يتجه التفاعل من الحجوم الكبيرة(المتفاعلات) إلى الحجوم الصغيرة(النواتج) إي نحو الإمام	لا يتأثر بتغير الضغط
2	زيادة الضغط بإضافة مزيد من O_2 إلى النظام	يتجه نحو تقليل الإضافة الحاصلة من O_2 إي إمامي	لا يتأثر
3	خفض درجة الحرارة	يتجه نحو الباعث للحرارة إي خلفي لان الأمامي ماص	تقل قيمة K_{eq} لان اتجاه التفاعل خلفي تزداد المتفاعلات وتقل النواتج
4	إضافة عامل مساعد	لا تتأثر لأنه يعمل على زيادة السرعة للطرفين	لا يتأثر

تمرين 2-19

التفاعل $C_2H_4 + H_2 \underset{\text{ماص}}{\overset{\text{باعث}}{\rightleftharpoons}} C_2H_6 \boxed{+} 137$

صف عدد من الإجراءات التي تؤدي إلى الرفع كمية C_2H_6 الناتجة من التفاعل

الحل

كل إجراء يعمل على سير التفاعل نحو الإمام تزداد به كمية C_2H_6

١- تتم إضافة كل من C_2H_4 , H_2 وبشكل مستمر

٢- سحب من C_2H_6 وبشكل مستمر من خليط الاتزان .

٣- يجب تبريد التفاعل لان التفاعل الأمامي باعث للحرارة لان الطاقة في النواتج

٤- زيادة الضغط ليتجه التفاعل من الحجوم الكبيرة (المتفاعلات) إلى الحجوم الصغيرة (النواتج) أو تقليل الحجم (نفس المعنى)

٥- إضافة عامل مساعد للوصول إلى حالة الاتزان بسرعة اكبر .

سؤال واجب

تفاعل غازي له (سالبة = $\triangle ng$)اين ينحرف التفاعل لو تم زيادة حجم الإناء ؟

قوانين الفصل الثاني

أولا :

$A \underset{\text{خلفي } Kb}{\overset{\text{امامي } Kf}{\rightleftharpoons}} B$

ثانيا :

$Keq = \dfrac{Kf}{Kb}$ ← Kf ثابت امامي، Kb ثابت خلفي — ثابت التوازن العام

$A_{(g)}$	+ $2B_{(g)}$	⇌ $3C_{(g)}$	
y	Z	0	الضغوط الابتدائية
−X	−2X	+3X	حالة التغير
(y − X)	(Z − 2X)	(3X)	عند الاتزان

نعوض قيمة الضغوط عند الاتزان

$Kp = \dfrac{P_C^3}{P_A P_B^2}$ ثابت بدلالة الضغوط

$A_{(g)}$	+ $2B_{(g)}$	⇌ $3C_{(g)}$	
y	Z	0	التراكيز الابتدائية
−X	−2X	+3X	قيمة التغير
(y − X)	(Z − 2X)	(3X)	حالة الاتزان

نعوض في حالة الاتزان التراكيز

$Kc = \dfrac{[C]^3}{[A][B]^2}$ ثابت بدلالة التراكيز

ثالثا :

وبالحالتين يؤخذ الطور الغازي فقط بلا سائل ولا صلب

العلاقة بين Kp و Kc

$$\Delta ng = \sum ng_P - \sum ng_R$$

$$Kp = Kc\,(R\,T)^{\Delta ng}$$

R = 0.082 ، T = $C^0 + 273$

رابعا :

لمعرفة اتجاه التفاعل اذا كانت هنالك صعوبة في معرفته امامي ام خلفي ...... نستخدم حاصل التفاعل ثم يقارن مع Kc

$$Q = \frac{(0.7)^2}{(0.7)^2}$$

A	+ B	⇌ 2C
0.7	0.7	0.7
+X	+2X	−2X
(0.7 + X)	(0.7 + X)	(0.7 − 2X)

المفروض وجودة في السؤال فاذا كانت Q > Kc اتجاه التفاعل خلفي

واذا كانت Q < Kc اتجاه التفاعل امامي

خامسا :

الطاقة الحرة القياسية بوحدات الجول فقط

$$\Delta G^0 = -\,R\,T\,\ln K_{eq}$$

R = 8.314 J/mol ، T = 298 K

K_{eq} ← احد الثوابت Kc او Kp او Kw ....

سادسا :

$A + 2B \rightleftharpoons 3C$

حالة الاتزان :- قد تتأثر اذا حدث مؤثر خارجي فان التفاعل يتجه بالاتجاه الذي يقلل من تأثير المؤثر ليصل الى حالة اتزان جديدة

المؤثرات:

١- تغير التركيز
٢- تغير الضغط
٣- تغير درجة الحرارة فقط يؤثر على قيمة الثابت

حل أسئلة الفصل الثاني

سؤال 1-2 املأ الفراغات التالية بما يناسبها

الحل

1- في التفاعل المتزن الاتي $2NH_{3(g)} + 92\ KJ \rightleftharpoons N_{2(g)} + 3H_{2(g)}$ فان خفض درجة الحرارة يؤدي إلى زيادة تراكيز المواد **الناتجة**

2 - إذا كانت K_C لنظام متزن عند $500\ C^0 = 2\times10^{-15}$ وقيمة $200\ C^0 = 4\times10^{-12}$ فان ذلك يدل على ان التفاعل **باعث** للحرارة

3- في التفاعل المتزن الاتي $CH_3OH_{(g)} + 127\ KJ \underset{\text{ماص}}{\overset{\text{باعث}}{\rightleftharpoons}} CO_g + 2H_{2(g)}$ عندما يضاف الهيدروجين إلى هذا النظام المتزن فان حرارة التفاعل **ترتفع**

4 - في التفاعلات الانعكاسية الباعثة للحرارة يزاح موضع الاتزان نحو تكوين المواد المتفاعلة في التفاعل عند رفع ..**رفع (زيادة)**.. درجة الحرارة

5 - في التفاعل المتزن $2CO_g \rightleftharpoons CO_{2(g)} + C_S$ فان **خفض (تقليل)** الضغط يزيد من استهلاك غاز CO_2

6 - في التفاعل المتزن $2NO_{(g)} \underset{\text{باعث}}{\overset{\text{ماص}}{\rightleftharpoons}} N_{2(g)} + O_{2(g)} + 180\ KJ$ فان رفع درجة حرارة الإناء تفاعل يعمل على **زيادة** قيمة K_C للتفاعل

7 - التغير بـ. **الضغط** لا يؤثر على حالة الاتزان للتفاعل المتزن الاتي

$$N_{2(g)} + O_{2(g)} + 180\ KJ \underset{\text{باعث}}{\overset{\text{ماص}}{\rightleftharpoons}} 2NO_{(g)}$$

8 - التفاعل المتزن طاقة + $2HCl_g \underset{\text{ماص}}{\overset{\text{باعث}}{\rightleftharpoons}} Cl_{2g} + H_{2g}$ يمكن زيادة تركيز HCl الناتج عند **خفض (تقليل)** حرارة للتفاعل

9 - في التفاعل المتزن $2NO_{2g} \rightleftharpoons N_2O_{4g}$ وبدرجة حرارة معينة اذا كانت قيمة K_P للتفاعل =3 والضغط الجزيئي لغاز $NO_2 = 3\ atm$ فان الضغط الجزيئي لغاز $N_2O_4 =$ **3 atm**

10- في التفاعل المتزن الاتي $2N_{2g} + 6H_2O_{\ell} \rightleftharpoons 4NH_{3g} + 3O_{2g}$ بدرجة حرارة معينة وجد إن K_C للتفاعل $= 1\times10^{28}$ فهذا يدل على إن موضع الاتزان يقع في اتجاه تكوين لمواد ناتجة

11- عندما تكون K_P اصغر من K_C فان مجموع عدد مولات المواد المتفاعلة اكبر من مجموع عدد المولات المواد الناتجة

12- إذا كان حاصل التفاعل عند نقطة معينة من التفاعل اصغر من ثابت الاتزان K_C لتفاعل فان التفاعل يتجه نحو المواد الناتجة

13- عند زيادة الضغط الكلي على حالة الاتزان لتفاعل فيه عدد المولات للغازات المتفاعلة اصغر من عدد مولات الغازات الناتجة فان موضع الاتزان ينحرف باتجاه المتفاعلات(الخلفي)

14- العلاقة بين ثابت الاتزان K_C وتراكيز النواتج علاقة طرديه

15- عند تقليل الضغط في خليط متزن $(\Delta ng = -1)$ فالتفاعل ينزاح نحو المتفاعلات (الخلفي) وثابت الاتزان K_C ولا يتأثر

16- تفاعل متزن اتزانه $K_C = 4$ فعند سحب النواتج من خليط الاتزان فان ثابت الاتزان لا يتأثر

17- عند Δng = صفر لا يكون للضغط المسلط على التفاعل الغازي تأثير في حالة الاتزان

18- يتراجع التفاعل الخلفي لتفاعل متزن ماص للحرارة عند تبريد إناء التفاعل

19- في التفاعلات الماصة للحرارة والتي هي في حالة اتزان ديناميكي تزداد تراكيز المواد الناتجة عند زيادة درجة الحرارة

20- في تفاعل متزن وجد إن $K_C = \frac{K_P}{R_T}$ مما يدل على إن مجموع مولات المواد الغازية الناتجة في هذا التفاعل اكبر من مجموع مولات الغازية المتفاعلة

سؤال 2-2 اختر الجواب الصحيح :-

الحل

1- ثابت الاتزان Kc للتفاعل المتزن: $2SO_{3(g)} \rightleftharpoons 2SO_{2(g)} + O_{2(g)}$ عند درجة حرارة 727°C تبلغ $4.17X10^{-2}$ فإن اتجاه التفاعل عند خلط 0,4 M من SO_3 و 0.1M من O^2 و 0.02 M من SO^2 تكون:

أ -بأتجاه المواد المتفاعلة.
ب -بأتجاه المواد الناتجة.
ج -التفاعل في حالة اتزان ديناميكي
د -كل الاجابات السابقة خاطئة.

2- التفاعل المتزن $CaCO_{3(s)} \rightleftharpoons CO_{2(g)} + CaO_{(s)}$ يتم في وعاء مغلق فأن كمية CaCO3 تزداد عندما

أ –تزال كمية من غاز CO_2 من التفاعل عند الاتزان. ب –يزداد الضغط الكلي.

ج –تضاف كمية من CaO الى خليط الاتزان. د –كل الاجابات السابقة خاطئة.

3– للتفاعل المتزن: $I_{2(g)} + F_{2(g)} \rightleftharpoons 2IF_{(g)}$ ثابت الاتزان Kc يساوي $1X10^6$ بدرجة حرارة 200 K فاذا كان الضغط الجزئي عند الاتزان 0.2 atm لغاز IF و $4\ x10^{-3}$ atm لغاز F^2 فأن الضغط الجزئي لغاز لـ I_2 يساوي

أ – $5\ X\ 10^4$ atm ب – $1\ X\ 10^{-5}$ atm

ج – $1X10^5$ atm د –كل الاجابات السابقة خاطئة.

4 – إذا كانت قيمة Kc للتفاعل $Li_{(g)} + \frac{1}{2} I_{2(g)} \rightleftharpoons LiI_{(g)}$ عند 300 K تساوي 640.3 فأن قيمة Kc للتفاعل : $2LiI_{(g)} \rightleftharpoons 2Li_{(g)} + I_{2(g)}$ عند درجة الحرارة نفسها تساوي :-

أ – 25.3 ب - 41×10^4 جـ - 15.6×10^5 د – كل الاجابات السابقة خاطئة

5 – عند مزج محلول $K2CrO_4$ مع محلول HCl فإنه يصل الى حالة الاتزان حسب المعادلة الايونية الاتية:

$2CrO_{4(aq)}^{-2} + 2H_{(aq)}^{+} \rightleftharpoons Cr_2O_{7(aq)}^{-2} + H_2O_{(l)}$ فإذا اردنا ان نجعل اللون البرتقالي هو السائد في الاناء فأننا نقوم بالآتي:

أ –نضيف مزيد من الماء ب –نضيف مزيد من HCl

ج –نضيف مزيد من $K2Cr2O_7$ د –كل الاجابات السابقة خاطئة.

6 – عند اضافة محلول NaOH الى المزيج في السؤال السابق فأننا نتوقع أن يحدث.

ا– زيادة بتركيز $Cr_2O_7^{-2}$ ب –زيادة بتركيز HCl

جـ – نقص بتركيز $Cr_2O_7^{-2}$ د –كل الاجابات السابقة خاطئة.

7 – للتفاعل المتزن $N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \rightleftharpoons 2NH_{3(g)} + 92\ kJ$ قيمة KP للتفاعل عند $25\ C^0$ تساوي $5.5X10^{-5}$ لذا فإن قيمة Kc للتفاعل تساوي

ا– 22513.3 ب – $9\ X\ 10^4$ جـ – 0.03 د –كل الاجابات السابقة خاطئة

8– للتفاعل المتزن: $Br_{2(g)} \rightleftharpoons 2Br_{(g)}$ ثابت الاتزان Kp عند الاتزان 2558.4 بدرجة حرارة 4000 K وقيمة Kf للتفاعل بدلالة التراكيز المولارية تساوي 1.56فإن قيمة Kb تساوي:

أ – 0.2 ب – 20 ج – 7.8 د –كل الاجابات السابقة خاطئة.

9 – للتفاعل المتزن $H_{2(g)} + I_{2(g)} \rightleftharpoons 2HI_{(g)}$ ثابت الاتزان KP =2 فإن التفاعل يتجه نحو النواتج عندما تكون التراكيز للمواد الناتجة والمتفاعلة (بوحدات mole/L) هي الاتي :

أ – تركيز HI يساوي 0.1 و ، تركيز I_2 يساوي 0.05 ، و تركيز H_2 يساوي 0.05

ب - تركيز HI يساوي 0.4 و ، تركيز I_2 يساوي 0.1 ، و تركيز H_2 يساوي 0.2

جـ – تركيز HI يساوي 0.001 و ، تركيز I_2 يساوي 0.0002 ، و تركيز H_2 يساوي 0.0025

د – كل الاجابات السابقة خاطئة

سؤال 2-3

علل ما يلي

1- زيادة حجم إناء التفاعل لتفاعل غازي $\Delta ng_{Reactants} > \Delta ng_{Products}$ يؤدي إلى خفض المنتوج

ج/ عند زيادة حجم الإناء يتجه التفاعل نحو المولات الأكبر والتي هي في هذا التفاعل مولات المواد المتفاعلة لذا ستقل كمية المنتوج

2- في التفاعل الافتراضي المتزن طاقة + $B_g \rightleftharpoons A_g$ لا تتغير حرارة إناء التفاعل عند زيادة الضغط الكلي

ج/ عند زيادة الضغط يتجه التفاعل المتزن الى مولات الاقل ولان هذا التفاعل عدد مولات النواتج = مولات المتفاعلات لذا لن يتأثر موضع الاتزان بزيادة الضغط وبهذا لن تتغير حرارة التفاعل حيث ان كمية الحرارة المفقودة = كمية الحرارة المكتسبة

3 ـ قيمة ثابت الاتزان للتفاعلات غير الانعكاسية تكون كبيرة جدا ؟

ج / ثابت الاتزان يمثل النسبة بين تراكيز المواد الناتجة والمواد المتفاعلة عند الاتزان كل منها مرفوع إلى أس يمثل عدد مولاتها ولان التفاعلات غير انعكاسية حيث يكون إحدى تركيزها أو جميعها للمواد المتفاعلة = صفر لان استهلاكها تام لذا فالكمية الناتجة تكون كبيرة جدا لذا تكون قيمة ثابت الاتزان كبيرة جدا

4 ـ ترتفع درجة حرارة تفاعل ماص للحرارة عندما $K_C = 0.3$ و $Q = 1$

ج/ للإجابة عن هذا السؤال نعمل معادلة مقترحه وهي $B \rightleftharpoons A$ (ماص / باعث) بما ان $Q = 1$ اكبر من $K_C = 0.3$ اذن اتجاه التفاعل خلفي أي يجري باتجاه الباعث للحرارة لذلك ترتفع درجة حرارة التفاعل .

5 ـ يعد التفاعل باعثا للحرارة اذا انخفضت قيمة K_C للتفاعل عند زيادة درجة حرارة التفاعل

ج/ بما ان قيمة K_C منخفضة تعني انخفض تركيز النواتج وزيادة تركيز المواد المتفاعلة وهذا يعني ان التفاعل اتجه نحو الخلف لذا نستنتج ان الخلفي هو ماص للحرارة والامامي هو باعث للحرارة لذا يعد التفاعل باعثا للحرارة

6 ـ قيمة K_C تزداد عند رفع درجة حرارة التفاعل في حالة التفاعلات الماصة للحرارة

ج/ ـ عند رفع درجة الحرارة فالتفاعل يتجه نحو الماص للتقليل من الفائض بدرجة الحرارة أي سيتجه التفاعل نحو الإمام لذا تزداد النواتج ولان K_C قيمة تتناسب طرديا مع تراكيز النواتج لذا تزداد قيمة K_C

7 ـ زيادة الضغط على خليط متوازن $(\Delta ng = +1)$ فان الاتزان ينزاح باتجاه المتفاعلات

ج Δng قيمتها موجبة فهذا يعني مولات النواتج اكبر من مولات المتفاعلات فعند زيادة الضغط يتجه التفاعل نحو المولات الأقل لذا يتجه نحو المتفاعلات

8 ـ تتوقف بعض المتفاعلات تماما بينما تظهر تفاعلات أخرى وكأنها متوقفة وزاري (٢٠١٣) دور ثاني

ج/ التفاعلات التي تتوقف هي تفاعلات تامة ، لأنه يحدث استهلاك تام لأحد أو جميع المواد المتفاعلة . إما التي تظهر وكأنها متوقفة فهي تفاعلات مستمرة باتجاهين إلى إن تصل إلى حالة الاتزان وتصبح التراكيز ثابتة

9 ـ في التفاعل المتزن الأتي $SO_{2(g)} + Cl_{2(g)} \rightleftharpoons$ طاقة + $SO_2Cl_{2(g)}$ ترفع حرارة التفاعل عند إضافة SO_2 إلى خليط الاتزان ؟

ج/ عند إضافة SO_2 تزداد النواتج فتبدا بالتخلص من الفائض بتحويل قسم من تراكيزها إلى SO_2Cl_2 أي نحو الخلف ولان التفاعل ماص للحرارة حيث يعطي للأمامي إذا الخلفي باعث للحرارة وبذلك ترتفع حرارة التفاعل بسبب اتجاه التفاعل نحو الخلف

سؤال 2-4

عرف ما يلي **مهم جدا** موجود في الملزمة

1- قانون فعل الكتلة 2 ـ حالة الاتزان الكيميائى 3 ـ قاعدة لى شاتليه

سؤال 2-5

للتفاعل المتزن الغازي الباعث للحرارة $N_2O_4 \rightleftharpoons 2NO_2$ كيف تتغير حالة الاتزان ولماذا ؟ 1 ـ عند زيادة الضغط المسلط على التفاعل المتزن 2 ـ رفع درجة حرارة اناء التفاعل 3 ـ سحب غاز N_2O_4 المتكون عند الاتزان

العوامل	تأثيرها على حالة الاتزان	السبب
1 ـ زيادة الضغط على التفاعل المتزن	يتجه التفاعل نحو الامام أي (من الحجوم الكبيرة الى الصغيرة)	عند زيادة الضغط دائما يتجه التفاعل من الحجوم الأكبر الى الأقل أي نحو الامام
2 ـ رفع درجة حراة اناء التفاعل	يتجه نحو الخلف أي بالاتجاه الماص للحرارة	عند تسخين التفاعل دائما يتجه نحو الماص (الخلفي) لأنه الامامي باعث من صيغة السؤال
3 . سحب غاز N_2O_4 المتكون	يتجه التفاعل نحو الامام	دائما عند سحب مادة يتجه التفاعل نحو تلك المادة لتعويض النقص الحاصل فيها حسب قاعدة ليه – شاتليه

سؤال 2-6

التفاعل الغازي المتزن الاتي $Cl_{2(g)} + PCl_{3(g)} \rightleftharpoons PCl_{5(g)}$ انثالبي التفاعل تساوي 92.5 kJ/mole ما تأثير كل من العوامل الآتية على حالة الاتزان وثابت الاتزان:

1 ـ خفض درجة الحرارة. 2 ـ اضافة زيادة من Cl_2 الى خليط الاتزان .

3 ـ سحب PCl_3 من خليط الاتزان. 4 ـ زيادة الضغط على خليط الاتزان. 5 ـ اضافة عامل مساعد.

العامل	حالة الاتزان	ثابت الاتزان
1 ـ خفض الحرارة درجة	ينزاح باتجاه التفاعل الباعث للحرارة اي نحو الخلف	تقل قيمته
2 ـ إضافة زيادة من Cl_2 الى خليط التوازن	يزداد تركيز النواتج لذا يتخلص التفاعل من الفائض بتحويل قسم من النواتج الى متفاعلات لذا ينزاح نحو الخلف	لا تتأثر قيمته
3 ـ سحب PCL_3 من خليط الاتزان	تقل تراكيز النواتج لذا قسم من PCL_5 بتفكك لتعويض هذا النقص لذا ينزاح التفاعل نحو الامام.	لا تتأثر قيمته
4 ـ زيادة الضغط على خليط الاتزان	ينزاح التفاعل نحو المولات الاقل لذا ينزاح نحو الخلف.	لا تتأثر قيمته
5 ـ إضافة عامل مساعد	يصل التفاعل بزمن اقل الى حالة الاتزان ولكن موضع الاتزان لا يتأثر.	لا تتأثر قيمته

سؤال 2-7

التفاعل المتزن الأتي $2SO_{2(g)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons 2SO_{3(g)}$ انثالبي التفاعل يساوي -198.2 ماذا يحدث لتراكيز SO_3 , O_2 , SO_2 عند الاتزان بعد :-

1 - زيادة درجة حرارة التفاعل
2 - تقليل الضغط المسلط على التفاعل
3 - زيادة تركيز SO_2 في خليط الاتزان
4 - إضافة عامل مساعد

ت	العامل	$[SO_2]$	$[O_2]$	$[SO_3]$
١	زيادة درجة الحرارة	يزداد تركيزه	يزداد تركيزه	يقل تركيزه
٢	خفض الضغط	يزداد تركيزه	يزداد تركيزه	يقل تركيزه
٣	زيادة تركيز SO_2 في خليط الاتزان	يقل تركيزه بعد الزيادة	يقل تركيزه	يزداد تركيزه
٤	إضافة عامل مساعد	لا يتأثر	لا يتأثر	لا يتأثر

سؤال 2-8

هل يؤدي دائما رفع درجة حرارة اي تفاعل في حالة اتزان الى زيادة تركيز النواتج ؟
اذا كانت إجابتك بالنفي فما التفاعلات التي تؤدي او لا تؤدي زيادة النواتج ؟ بين ذلك مع ذكر الأمثلة

الحل

لا يؤدي رفع درجة اي تفاعل في حالة اتزان الى زيادة في تراكيز النواتج ومن أمثلة ذالك

1 - التفاعلات التي تؤدي رفع درجة الحرارة الى زيادة تراكيز النواتج هي تفاعلات التي قيمة انثالبي التفاعل لها موجبة $(\Delta H = +)$ حيث تستخدم المتفاعلات الحرارة الفائضة لغرض تكوين النواتج فيزداد تركيز المواد الناتجة

2 - التفاعلات التي لا تؤدي إلى رفع درجة الحرارة الى زيادة النواتج هي التفاعلات التي قيمة انثالبي التفاعل لها سالبة $(\Delta H = -)$ حيث تستخدم النواتج الحرارة الفائضة لغرض تكوين المتفاعلات فيقل تركيز المواد الناتجة

سؤال 2-9

للتفاعل المتزن الباعث للحرارة $2PbS_{(S)} + 3O_{2(g)} \rightleftharpoons 2PbO_{(S)} + 2SO_{2(g)}$
وضح تأثير كل من العوامل الاتية على حالة الاتزان وقيمة ثابت الاتزان

1 - خفض الضغط المسلط على التفاعل
2 - تبريد اناء التفاعل

العوامل	تأثيرها على حالة الاتزان	تأثيرها على قيمة ثابت الاتزان
1 - خفض الضغط المسلط على التفاعل	يتجه التفاعل من الحجوم الصغيرة وهي في النواتج $2SO_2$ فقط الى الحجوم الكبيرة وهي $3O_2$ أي خلفي نحو المتفاعلات	لا يتأثر عند خفض الضغط
2 - تبريد اناء التفاعل	يتجه التفاعل عند خفض درجة الحرارة نحو الباعث وهو الامامي في صيغة السؤال	تزداد قيمة ثابت الاتزان حيث تزداد النواتج وتقل المتفاعلات لان الاتجاه التفاعل هو امامي

سؤال 2-10

التفاعل الماص للحرارة يجري في إناء مغلق $CaCO_{3(S)} \rightleftharpoons CO_{2(g)} + CaO_{(S)}$

ماذا يحدث للتفاعل المتزن عند الاتي :-

1 – تقيل حجم الإناء 2 – إضافة مزيد من CaO لخيط الاتزان

3 – سحب جزء من CaO_3 من خليط الاتزان 4 – إضافة مزيد من CO_2 5 – زيادة درجة الحرارة

ت	العامل	حالة الاتزان
١	تقيل حجم الإناء	ينزاح التفاعل باتجاه المولات الأقل إي بالاتجاه الخلفي
٢	إضافة مزيد من CaO لخيط الاتزان	لا يؤثر حالة الاتزان لأنها مادة صلبة
٣	سحب جزء من CaO_3 من خليط الاتزان	لا يؤثر على حالة الاتزان لأنها مادة صلبة أيضا
٤	إضافة مزيد من CO_2	ينزاح التفاعل باتجاه المتفاعلات لتقليل من الإضافة الحاصلة أي (خلفي)
٥	زيادة درجة الحرارة	يتم التخلص من الفائض بدرجة الحرارة حيث ينزاح باتجاه الماص إي بالاتجاه الأمامي

سؤال 2-11

عند تسخين غاز NOCl النقي إلى درجة حرارة $240\ C^0$ في إناء مغلق حجمه لتر يتحلل حسب المعادلة $2NOCl_g \rightleftharpoons 2NO_g + Cl_{2g}$ وعند وصول التفاعل إلى حالة الاتزان وجد إن الضغط الكلي لمزيج الاتزان يساوي 1 atm والضغط الجزيئي لغاز NOCl يساوي 0.64 atm احسب :- 1 ـ الضغوط الجزيئية لكل من غازي NO, Cl_2 عند الاتزان ؟ 2 ـ ثابت الاتزان K_C للتفاعل عند درجة الحرارة نفسها ؟

الحل

نفرض ان ضغط غاز NOCl الابتدائي = y وان ضغوط النواتج الابتدائية =0 وبهذا يكون اتجاه التفاعل إمامي

نستفاد من معلومة إن الضغط الكلي لخليط الاتزان =1 atm

	$2NOCl_g$	$\rightleftharpoons$	$2NO_g$	$+ Cl_{2g}$
الضغوط الابتدائية	y		0	0
التغيير في الضغوط	$-2X$		$+2X$	$+X$
الضغوط عند الاتزان	0.64		$+2X$	X

$P_T = 0.64 + 2X + X$

$1 = 0.64 + 3X$

$3X = 1 - 0.64 \Rightarrow X = \frac{0.36}{3} \Rightarrow 0.12$

الضغط الجزيئي لغاز $Cl_2 = 0.12$ atm عند الاتزان

الضغط الجزيئي لغاز $NO = 0.24$ atm عند الاتزان

تابع حل سؤال سؤال (2-11)

$$K_P = \frac{P^2_{NO} \times P_{Cl_2}}{P^2_{NOCl}} \Rightarrow \frac{(0.24)^2 \times (0.12)}{(0.64)^2} \Rightarrow K_P = 16.9 \times 10^{-3}$$

$$\triangle ng = 3 - 2 \Rightarrow 1 \qquad T_K = 240 + 273 \Rightarrow 513 \ K^0$$

$$K_C = K_P (RT)^{-\triangle ng} \Rightarrow 16.9 \times 10^{-3} (0.082 \times 513)^{-1}$$

$$K_C = \frac{16.9 \times 10^{-3}}{42.066} \Rightarrow K_C = 4 \times 10^{-4}$$

513
x 82
1026
41040
42.066

سؤال 2-12

التفاعل الأتي يجري بدون عامل مساعد $N_2O_{4g} \rightleftharpoons 2NO_{2g}$ وعند وصول التفاعل إلى حالة الاتزان وجد إن الضغوط الجزئية $P_{NO_2} = 1.56$ atm و $P_{N_2O_4} = 0.377$ atm عند درجة حرارة $100 \ C^0$ احسب 1- K_P و K_C للتفاعل 2 - ماذا يحدث للضغوط الجزئية للغازات في خليط الاتزان بعد إضافة العامل المساعد .

الحل

1 -

N_2O_4	$\rightleftharpoons$	$2NO_2$	
0.377		1.56	عند الاتزان

$$K_P = \frac{P^2_{NO_2}}{P_{N_2O_4}} \Rightarrow \frac{(1.56)}{(0.377)} \Rightarrow 6.46$$

$$\triangle ng = \sum ng(\text{Produets}) - \sum ng(\text{Reactants})$$

$$\triangle ng = 2 - 1 \Rightarrow \boxed{1}$$

$$T_K = 100 + 273 \Rightarrow 373 \ K$$

$$K_C = K_P (RT)^{-\triangle ng}$$

$$K_C = 6.46 (0.082 \times 373)^{-1}$$

$$K_C = \frac{6.46}{30.58}$$

$$K_C = 0.21$$

2 - عند إضافة العامل فان الضغوط الجزئية للغازات لا تتأثر . لان العامل المساعد يقلل فقط من زمن الوصول التفاعل إلى حالة الاتزان

سؤال 2-13

للتفاعل المتزن $2B_{(g)} \rightleftharpoons A_{(g)}$ من خلال الجول الاتي احسب K_P و K_C للتفاعل بدرجات الحرارة المختلفة ثم بين هل التفاعل ماص ام باعث للحرارة

	A/(mol/L)	B/(mol/L)	درجة الحرارة C^0
1	0.0125	0.843	200
2	0.171	0.764	300
3	0.250	0.724	400

الحل

$$K_C = \frac{[B]^2}{[A]}$$

$$K_C = \frac{(0.843)^2}{(0.0125)}$$

$$K_C = 56.85$$

$$K_C = \frac{(0.764)^2}{(0.171)}$$

$$K_C = 3.41$$

$$K_C = \frac{(0.724)^2}{(0.250)}$$

$$K_C = 2.09$$

$$\Delta ng = \sum ng(P) - \sum ng(R)$$

$$\Delta ng = 2 - 1 = 1$$

$$T(K) = t(C^0) + 273$$

$$T(K) = 200 + 273 = 473$$

$$K_P = K_C(RT)^{\Delta ng}$$

$$K_P = 56.85(0.082 \times 473)^1$$

$$K_P = 56.85 \times 38.78$$

$$K_P = 2204.64$$

$$T(K) = t(C^0) + 273$$

$$T(K) = 300 + 273 = 573$$

$$K_P = K_C(RT)^{\Delta ng}$$

$$K_P = 3.41(0.082 \times 573)^1$$

$$K_P = 3.41 \times 47$$

$$K_P = 160.27$$

$$T(K) = t(C^0) + 273$$

$$T(K) = 400 + 273 = 673$$

$$K_P = K_C(RT)^{\Delta ng}$$

$$K_P = 2.09(0.082 \times 673)^1$$

$$K_P = 2.09 \times 55.18$$

$$K_P = 115.32$$

التفاعل باعث للحرارة يمكن التكهن بذلك حيث:

1 ـ نلاحظ من قيمة K_C كلما ارتفعت درجة الحرارة انخفضت قيمته اي ان التفاعل انزاح بالاتجاه الخلفي، وبما أنه بارتفاع درجة الحرارة ينزاح الاتزان باتجاه الماص، اذن التفاعل الخلفي ماص للحرارة نستنتج ان التفاعل الامامي باعث للحرارة.

2 ـ نلاحظ من الجدول أن تركيز المواد الناتجة كلما زادت درجة الحرارة انخفضت وتراكيز المواد المتفاعلة ازدادت اذن التفاعل انزاح بالاتجاه الخلفي بزيادة درجة الحرارة اي انزاح نحو الماص لذا فالتفاعل الامامي باعث للحرارة.

سؤال 14-2

يتزن التفاعل الاتي $2NH_{3g} \rightleftharpoons N_{2g} + 3H_{2g}$ عند درجة حرارة $377\ C^0$

وقيمة ثابت الاتزان $K_C = 1.96$ احسب قيم ثوابت الاتزان للتفاعلات الآتية وبنفس درجة الحرارة

أ – $2NH_{3g} \rightleftharpoons 2N_{2g} + 3H_{2g}$

ب– $\frac{1}{2}N_{2g} + \frac{3}{2}H_{2g} \rightleftharpoons NH_{3g}$

جـ – $NH_{3g} \rightleftharpoons \frac{1}{2}N_{2g} + \frac{3}{2}H_{2g}$

الحل أ

$2NH_{3(g)} \rightleftharpoons 2N_{2(g)} + 3H_{2(g)}$ $K_C = ?$

نلاحظ إن هذه المعادلة تشبه المعادلة الأصلية الموجودة في صيغة السؤال ولكن بعد عكس المعادلة الأصلية (قلب المعادلة)

$2NH_{3(g)} \rightleftharpoons 2N_{2(g)} + 3H_{2(g)}$ $K_C = \frac{1}{1.96}$

$K_C = 0.51$

الحل ب

$\frac{1}{2}N_{2(g)} + \frac{3}{2}H_{2(g)} \rightleftharpoons NH_{3(g)}$ $K_C = ?$

في هذه المعادلة المجهولة لـ K_C تشبه المعادلة الأصلية ولكن بعد تقسيم المعادلة الأصلية على (2) لكي تشبه المعالة المطلوب إيجاد K_C لها

$\frac{1}{2}N_{2(g)} + \frac{3}{2}H_{2(g)} \rightleftharpoons NH_{3(g)}$ $K_C = \sqrt{1.96}$

$K_C = 1.4$

الحل جـ

$NH_{3(g)} \rightleftharpoons \frac{1}{2}N_{2(g)} + \frac{3}{2}H_{2(g)}$ $K_C = ?$

نلاحظ إن هذه المعالة تشبه المعادلة الأصلية ولكن بعد إجراء التالي قلب المعادلة الأصلية وتقسيمها على (2)

$NH_{3(g)} \rightleftharpoons \frac{1}{2}N_{2(g)} + \frac{3}{2}H_{2(g)}$ $K_C = \sqrt{\frac{1}{1.96}}$

$K_C = 0.7$

سؤال 15-2

محلول في الملزمة

رحلة التفوق في السادس

سؤال 2-16

مهم جدا جدا في التفاعل الافتراضي الغازي $2A + B \rightleftharpoons 3C$ وفي اناء حجمه لتر وضع 3 mol من B مع مولات مختلفة من C,A وعند وصول التفاعل حالة الاتزان وجد ان اناء التفاعل يحتوي على 6 mol من C وكذلك 6 mol من A . ما عدد مولات كل من A,C قبل بدء التفاعل علما ان $K_C = 1.5$

الحل

- تريد بان السؤال ينحل من صيغته وهي 6 mol من A , C عند الاتزان وعندك K_C فان الباقي عندك هو قيمة B عند الاتزان تستطيع استخراجها من قانون K_C عند الاتزان نفرضها M عند الاتزان بعدما كان 3 mol فاذا ازداد عن 3 فان اتجاه التفاعل خلفي اما اذا نقص فان الاتجاه امامي
- بعد ما استخرج قيمة M=4 يعني ان B قد ازداد من 3 الى 4 فهذا يعني اتجاه التفاعل خلفي
- لا تنتظر ... استخراج قيمة X من معلومات B

$3 + X = 4$

$\therefore \quad X = 4 - 3$

$X = 1$

بعدها يكون من السهل استخراج Z , y

	2A	+ B	⇌ 3C
الابتدائية	Z	3	y
التغير			
عند الاتزان	6	M	6

$$K_C = \frac{\text{نواتج}}{\text{المتفاعلات}}$$

$$1.5 = \frac{(6)^3}{(6)^2 M}$$

$$M = \frac{60}{1.5} \Rightarrow \quad M = 4$$

2A	+ B	⇌ 3C
Z	3	y
+2X	+X	−3X
6	4	6

$Z + (2*1) = 6$

$Z + 2 = 6$

$Z = 6 - 2$

$Z = 4$

$y - 3X = 6$

$y - (3 * X) = 6$

$y - 3 = 6$

$\therefore \quad y = 6 + 3 \Rightarrow 9$

اعداد مدرس الكيمياء الأستاذ حيدر يحيى علوان

سؤال 17-2

ثابت الاتزان K_C يساوي 19.9 بدرجة حرارة 2500 K للتفاعل المتزن :

$Cl_{2g} + F_{2g} \rightleftharpoons 2ClF_g$ ماذا يحدث لحالة الاتزان إذا كانت تراكيز الخليط

$[F_2] = 1M \quad [Cl_2] = 0.2M \quad [ClF] = 1.2M$

الحل

$$\underset{g}{Cl_2} + \underset{g}{F_2} \rightleftharpoons \underset{g}{2ClF}$$

$$0.2M \qquad 1M \qquad 1.2M$$

حيث إن تراكيز الخليط هي تراكيز ابتدائية وليست تراكيز عند الاتزان لذلك نعوض قيمة Q

$$Q = \frac{(1.2)^2}{(1)(0.2)} \Rightarrow Q = 7.2 < K_c = 19.9$$

قيمة K_c اكبر Q لذا نتوقع إن ينزاح التفاعل نحو الإمام حتى تتساوى قيمة Q مع K_c ليرجع التفاعل نحو الاتزان مرة أخرى .

سؤال 18-2

محلول في الملزمة

سؤال 19-2

التفاعل المتزن الاتي $3A_g \rightleftharpoons aB_g$ وجد ان ثابت الاتزان $K_C = 147.6$ وبدلالة K_P يساوي 6 بدرجة حرارة $27\ C^0$ جد قيمة a في المعادلة ؟

الحل

$\triangle ng = a - 3$

$T_K = 27 + 273$

$T_K = 300\ K$

$K_C = K_P (RT)^{-\triangle ng}$

$147.6 = 6(0.082 \times 300)^{-(a-3)}$

$\frac{147.6}{6} = (24.6)^{-(a-3)}$

$(24.6)^1 = (24.6)^{-(a-3)}$ إذا تساوت الأساسات تتساوى الأسس

$1 = -a + 3$

$\therefore a = 3 - 1 \Rightarrow a = \boxed{2}$

رحلة التفوق في السادس
عطاءٌ بلا حدود A. M. Z

سؤال 2-20

للتفاعل المتزن $NiO_S + CO_g \rightleftharpoons Ni_S + CO_{2g}$ بدرجة حرارة $727\ C^0$

وصل التفاعل إلى حالة الاتزان فوجد ان ضغط غاز CO في الفرن = 304 Torr الضغط الكلي = 1 atm ما ثابت الاتزان K_C للتفاعل ؟ معلومة (1 atm = 760 Torr)

الحل

$$NiO_{(s)} + CO_{(g)} \rightleftharpoons Ni_{(s)} + CO_{2(g)}$$

$$0.4 \qquad P_{atm}$$

يجب ان يكون وحدة الضغط فقط بـ atm

لذلك نحول الضغط

$$\frac{304\ Torr}{760\ Torr/atm} = 0.4\ atm$$

$$P_T = P_{CO} + P_{CO_2}$$

$$1 = 0.4 + P_{CO_2}$$

$$P_{CO_2} = 1 - 0.4$$

$$P_{CO_2} = \boxed{0.6}\ atm$$

$$K_P = \frac{P_{CO_2}}{P_{CO}}$$

$$K_P = \frac{0.6}{0.4} = \frac{3}{2}$$

$$K_P = \boxed{1.5}$$

عندما عدد مولات النواتج مع المتفاعلات أي

ان $\Delta ng = 0$

اذن $Kc = Kp$

$$\Delta ng = 1 - 1 = 0$$

$$K_C = K_P (RT)^{-\Delta ng}$$

$$K_C = 1.5 \boxed{(RT)^{-0}}$$

كل مقدار يحمل اس صفر قيمته تساوي 1

$$K_C = 1.5$$

رحلة التفوق في السادس
الله اكبر
عطاءٌ بلا حدود
A. M. Z

سؤال 2-21

محلول في الملزمة

سؤال 2-22

التفاعل الغازي الباعث للحرارة $2HI_g \rightleftharpoons H_{2g} + I_{2g}$ وفي إناء حجمه لتر وضعت مولات متساوية من H_2 , I_2 وضعها من HI فوجد إن حرارة الإناء ارتفعت لحين استتباب حالة الاتزان ووجد إن الإناء يحتوي على 1mole من HI و 2mole من I_2 و 2mole من H_2 احسب :-

1 ـ تراكيز مكونات مزيج التفاعل قبل بدء التفاعل 2 ـ K_C للتفاعل

الحل

بما إن حرارة الإناء ارتفعت إي إن التفاعل باعث للحرارة أي يجري بالاتجاه الامامي نحو الباعث للحرارة والخلفي ماص للحرارة

ويمكن الاستفادة من معلومات $[H_2]$ أو $[Br_2]$

يمكن الاستفادة من معلومات $[HBr_2]$

$$2HI_{g} \underset{\text{ماص}}{\overset{\text{باعث}}{\rightleftharpoons}} H_{2g} + I_{2g}$$

	$2HI$	H_2	I_2
التراكيز الابتدائية	2y	y	y
التغير في التركيز	-2X	+X	+X
التراكيز عند الاتزان	1	2	2

نعمل معادلة $y + X = 2 \quad \ldots\ldots(1)$

نعمل معادلة $2y - 2X = 1 \quad \ldots\ldots(2)$

نضرب المعادلة رقم (1) X 2

$2y + 2X = 4 \quad \ldots\ldots(1)$

$2y - 2X = 1 \quad \ldots\ldots(2)$

بالجمع

$$4y = 5 \Rightarrow y = \frac{5}{4}$$

$$y = 1.25 \ \text{mole/L}$$

$$[H_2] = [I_2] = 1.25$$

$$[HI] = 2 \times 1.25 = 2.5$$

$$K_C = \frac{[H_2][I_2]}{[HI]^2}$$

$$K_C = \frac{(2)(2)}{(1)^2}$$

$$K_C = 4$$

سؤال 2-23 صف أربع إجراءات تؤدي لرفع منتوج التفاعل الغازي المتزن الباعث للحرارة

$$N_{2g} + 3H_{2g} \rightleftharpoons 2NH_{3g}$$

الحل كل اجراء يعمل على زيادة الامونيا NH_3 نعمله (أي اجراء يتجه به التفاعل نحو الامام

1 تبريد التفاعل بالاتجاه الباعث وهو امامي 2 - زيادة الضغط يتجه المتفاعلات الكبيرة الى نواتج الصغيرة

3 - سحب من NH_3 4 - اضافه N_2 , H_2

سؤال 2-24 التفاعل المتزن $CO_{2g} + H_{2g} \rightleftharpoons CO_g + H_2O_g$ في أناء حجمه لتر تم خلط مولات متساوية من CO_2 و H_2 بدرجة حرارة 2000 K وصل التفاعل حالة الاتزان فوجد أن عدد مولات الكلية لخليط الاتزان تساوي 3 mole ما تراكيز خليط الاتزان علما إن ثابت الاتزان $K_C = 4$

الحل

$CO_{2(g)}$	+	$H_{2(g)}$	$\rightleftharpoons$	$CO_{(g)}$	+	$H_2O_{(g)}$
y		y		0		0
-X		-X		+X		+X
y - X		y - X		X		X

$$4 = \frac{X^2}{(1.5 - X)^2}$$ بجذر الطرفين

$$\frac{2}{1} = \frac{X}{1.5 - X}$$

$$X = 2(1.5 - X)$$

$$X = 3 - 2X$$

$$3X = 3X$$

$$X = 1 \text{ mole}$$

$$[CO] = [H_2O] = 1 \text{ mole}$$

$$CO_2 = 0.5 \quad H_2 = 0.5$$

$$n_T = n_{CO_2} + n_{H_2} + n_{CO} + n_{H_2O}$$

$$3 = (y - x) + (y - x) + X + X$$

$$3 = 2y - 2X + 2X$$

$$2y = 3 \quad y = \frac{3}{2} \Rightarrow y = 1.5$$

رحلة التفوق في السادس
عطاءٌ بلا حدود A. M. Z

سؤال 2-25

للتفاعل المتزن غير المتجانس : $CaO_{(s)} + CO_{2(g)} \rightleftharpoons CaCO_{3(s)}$

وبدرجة حرارة $800 \ C^0$ وجد ان ضغط CO_2 عند الاتزان يساوي 0.235 atm . احسب K_C للتفاعل عند درجة الحرارة نفسها ؟

الحل

$$CaO_{(g)} + CO_{2(g)} \rightleftharpoons CaCO_{3(s)}$$

$$P_{CO_2} = 0.235$$

$$K_P = \frac{1}{P_{CO_2}}$$

$$K_P = \frac{1}{0.235}$$

$$K_P = \frac{1000}{235} \Rightarrow K_P = 4.26$$

$$T = t^0 + 273$$

$$T = 800 + 273$$

$$T = 1073 \ K$$

$$K_C = K_P (RT)^{-\Delta ng}$$

$$K_C = 4.26(0.082 \times 1073)^{-(0-1)}$$

$$K_C = 4.26(87.976)^{+1}$$

$$K_C = 374.8$$

سؤال 2-26

وضع 4 g من غاز Hf في وعاء مغلق حجمه 2L عند درجة حرارة $27 \ C^0$ وترك في الوعاء المغلق يتفكك حتى تم الاتزان الكيميائي حسب المعادلة الآتية $2Hf \rightleftharpoons H_2 + F_2$ فاذا كان K_P للتفاعل يساوي 1.21 ، احسب الضغط الجزيئي لغاز Hf عند الاتزان علما بان الكتلة المولية للغاز تساوي 20 g/mole

الحل

من الغرامات نجد عدد المولات

$$n = \frac{m}{M} \Rightarrow n = \frac{4}{20} \Rightarrow 0.2 \ mole$$

وبما أن معادلة التفاعل بدلالة الضغوط الجزيئية لذلك الحل الوحيد لتحويل عدد المولات إلى ضغط هو قانون الغاز المثالي الذي دُرس في الصف الرابع العلمي $Pv = nRT$

$$P \times 2 = 0.2(0.082 \times 300)$$

$$P = \frac{0.2 \times 24.6}{2} \Rightarrow P = \boxed{2.46} \ atm$$

2Hf	$\rightleftharpoons$	H_2	+	F_2
2.46		0		0
-2X		+X		+X
2.46 - 2X		X		X

$$K_P = \frac{P_{H_2} \ P_{F_2}}{P^2_{Hf}} \Rightarrow 1.21 = \frac{X^2}{(2.46 - 2X)^2}$$

$$\frac{1.1}{1} = \frac{(X)}{2.46 - 2X}$$

$$X = 1.1(2.46 - 2X)$$

$$X = 2.7 - 2.2X$$

$$X + 2.2X = 2.7 \Rightarrow 3.2X = 2.7$$

$$X = \frac{2.7}{3.2}$$

$$X = 0.85$$

الضغط الجزيئي لغاز Hf =

$$2.46 - 2X$$

$$2.46 - 2 \times 0.85 \Rightarrow \boxed{0.76} \ atm$$

سؤال 2-27

اذا كانت درجة تفكك مول واحد من N_2O_4 إلى NO_2 هي 20% عند درجة حرارة $27\ C^0$ وضغط 1 atm في إناء حجمه لتر ، احسب قيمة K_P للتفاعل (معلومة درجة التفكك تساوي الجزء إلى الكل مضروبا 100)

الحل

نعمل عل صياغة المعادلة الكيميائية موزونة ومضبوطة في الشكل حسب صيغة السؤال

N_2O_4 إلى NO_2

درجة التفكك = $\dfrac{[\text{المتفكك}]}{[\text{الابتدائي}]} \times 100$

$$\frac{[X]}{1} = \frac{20}{100}$$

المتفكك $X = \boxed{0.2}$

$[NO_2] = 2X = 2 \times 0.2 = \boxed{0.4}$

$[N_2O_4] = 1 - 0.2 = \boxed{0.8}$

N_2O_4	⇌ (إمامي / خلفي)	NO_2
1		0
-X		+2X
0.8		0.4

$$K_C = \frac{(0.4)^2}{(0.8)} \Rightarrow K_C = \frac{0.16}{0.80} \Rightarrow 0.2$$

$$\triangle ng = 2 - 1 \Rightarrow 1$$

$$K_P = K_C (RT)^{\triangle ng}$$

$$K_P = 0.2(0.082 \times 300)^1$$

$$K_P = 0.2 \times 24.6 \Rightarrow K_P = \boxed{4.92}$$

سؤال 2-28

في إناء مغلق حجمه لتر واحد اجري التفاعل التالي $2HI_{(g)} \underset{K_b}{\overset{K_f}{\rightleftharpoons}} H_{2(g)} + I_{2(g)}$ عن $490\ C^0$ كان ثابت سرعة التفاعل الأمامي $K_f = 0.6256$ وثابت سرعة التفاعل الخلفي $K_b = 0.0136$ وان ثابت الاتزان للتفاعل بدرجة 872 K يساوي 59 بين كيف يتأثر عدد مولات HI عند الاتزان بما يأتي من الإجراءات ؟ أ- إضافة مزيد من H_2 ب- انخفاض درجة الحرارة جـ - إزاحة بعض من I_2

الحل

حيث إن قيمة ثابت الاتزان ازداد بزيادة درجة الحرارة وهذا يعيني إن التفاعل قيمته ازدادت عند تسخين التفاعل ومن هذا نستنتج إن التفاعل انزاح نحو الإمام عند التسخين بسبب ازدياد قيمة(Kp) ونحن نعلم إن التفاعل عند التسخين يتجه نحو الماص إذا الأمامي ماص والخلفي باعث للحرارة .

$$K_{eq} = \frac{K_f}{K_b} \Rightarrow \frac{0.6256}{0.0136} \Rightarrow K_{eq} = \boxed{46}$$

$$K_{eq} = 46 \Rightarrow 490 + 273 = \boxed{763\ K}$$

$$K_{eq} = 59 \Rightarrow \boxed{872\ K}$$

أ- عند إضافة مزيد من H_2 ستزداد المتفاعلات وللتخلص من الزيادة الحاصلة يتجه التفاعل نحو النواتج من هذا نستنتج انه ستزداد عدد مولات HI

ب- انخفاض درجة الحرارة يعمل على انحراف التفاعل بالاتجاه الباعث للحرارة وهو الخلفي لان الامامي ماص بسبب زيادة الثابت K_{eq} بزيادة درجة الحرارة وبذلك تقل عدد مولات HI

جـ - تقل عدد مولات HI بسب إزاحة التفاعل باتجاه الخلفي لتعويض النقص الحاصل من I_2 المزاحة

سؤال 2-29

وجد ان ثابت الاتزان بدلالة الضغوط الجزئية K_P بدرجة 1000 K للتفاعلات

$$C_S + \frac{1}{2}O_{2g} \rightleftharpoons CO_g \qquad K_P = 2.9\times10^{10}$$

$$C_S + O_{2g} \rightleftharpoons CO_{2g} \qquad K_P = 5\times10^{20}$$

احسب ثابت الاتزان K_C للتفاعل $2CO_g + O_{2g} \rightleftharpoons 2CO_{2g}$

الحل

المعادلة (1) تقلب وتضرب x 2 ، المعادلة (2) ضرب x 2

$$2CO_{(g)} \rightleftharpoons 2C_{(s)} + O_{2(g)} \qquad K_{p1} = \left(\frac{1}{2.9\times10^{-14}}\right)^2 = 0.1\times10^{-14}$$

$$2C_{(s)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons 2CO_{2(g)} \qquad K_{p2} = \left(5\times10^{20}\right)^2 = 25\times10^{40}$$

$$2CO_{(g)} \rightleftharpoons 2CO_{2(g)} \qquad K_{p3} = K_{p1}\times K_{p2} = 2.97\times10^{20}$$

$$Kc = Kp\,(RT)^{-\Delta ng}$$

$$Kc = 2.97\times10^{20}\times(0.082\times1000)^{-(-1)} \qquad \Delta ng = 2-3 = 1$$

$$Kc = 2.4\times10^{22}$$

سؤال 2-30

في وعاء مغلق حجمه لتر واحد يتفاعل غاز CO مع بخار الماء وتكوين غاز CO_2 و H_2 بدرجة حرارة 700 K ، ما تراكيز خليط الغازات عند وصولها الى حالة الاتزان إذا تم وضع مول واحد من كل من المتفاعلات والنواتج علما ان ثابت الاتزان K_C لهذا التفاعل يساوي 5.29

الحل

لمعرفة اتجاه التفاعل نطبق فكرة حاصل التفاعل :-

$$Q = \frac{1\times1}{1\times1} = \boxed{1}$$

$$Q = 1 < K_C = 5.29$$

بما أن التفاعل K_C اكبر من حاصل التفاعل أذن اتجاه التفاعل إمامي

CO_g	$+ H_2O_g$	$\rightleftharpoons$ (إمامي)	CO_{2g}	$+ H_{2g}$
1	1	الابتدائي	1	1
-X	-X	التغير	+X	+X
1 - X	1 - X	الاتزان	1 + X	1 + X

$$K_C = \frac{[H_2][CO_2]}{[CO][H_2O]}$$

$$5.29 = \frac{(1+X)^2}{(1-X)^2}$$ بجذر الطرفين

$$\frac{2.3}{1} = \frac{1+X}{1-X} \Rightarrow 1+X = 2.3(1-X)$$

$$1+X = 2.3-2.3X \Rightarrow X+2.3X = 2.3-1$$

$$3.3X = 1.3 \Rightarrow X = \frac{13}{33}$$

$X = 0.393$ M مولاري

تركيز H_2O , $CO = \boxed{0.607}$

تركيز H_2 , $CO_2 = \boxed{1.393}$

سؤال 2-31

للتفاعل $N_2O_{4(g)} \rightleftharpoons 2NO_{2(g)}$ ثابت الاتزان Kc لهذا التفاعل يساوي 6×10^{-3} عند درجة حرارة 298 K ولكنه يساوي 1.5×10^{-2} عند درجة حرارة $35\ C^0$ هل تفكك رابع اوكسيد ثنائي النتروجين باعث ام ماص للحرارة؟

رحلة التفوق في السادس

الحل

ع ن$^{-3}$ $1 \times 6 = K_C$ $298\ K^0$ 0

ن$^{-2}$ $1 \times 5.1 = K_C$ $308\ K^0$ 0

حيث أن قيمة K_C ازدادت بعد رفع درجة الحرارة إي أن التفاعل اتجه نحو الإمام ونحن نعلم ان رفع درجة الحرارة يتجه نحو الماص لذلك فان الأمامي ماص والخلفي باعث فان تفكك N_2O_4 هو تفاعل ماص للحرارة ٠

سؤال 2-32

للتفاعل المتزن الاتي $2SO_{3(g)} \rightleftharpoons 2SO_{2(g)} + O_{2(g)}$ وجد ان خليط الاتزان بدرجة حرارة $25\ C^0$ يحتوي على $[SO_3] = 0.008\ mol/L$ و $[SO_2] = 0.02\ mol/L$ و $[O_2] = 0.01\ mol/L$ وعند تبريد التفاعل الى $10\ C^0$ وجد ان Kc يساوي 4 بين هل التفاعل باعث ام ماص للحرارة.

الحل

نلاحظ انه بعد تبريد التفاعل ان قيمة Kc أصبحت 4 اي ان قيمته قلت .اذن اتجه التفاعل نحو الخلف وبما اننا نعلم عند تبريد التفاعل فأنه يتجه نحو الباعث، اي ان الخلفي باعث والامامي ماص لذا نستنتج أن التفاعل ماص للحرارة.

$$K_C = \frac{[SO_3]^2}{[SO_2]^2[O_2]}$$

$$K_C = \frac{[0.008]^2}{[0.02]^2[0.01]}$$

$$K_C = 16$$

سؤال 2-33

وضح الفرق بين ΔG و ΔG^0 واكتب العلاقة بينهما ٠ متى تكون ΔG تساوي ΔG^0 اثبت ذلك حسابيا ؟

الحل

ΔG هي مقدار التغير في الطاقة الحرة مقاسه بظروف غير قياسية

ΔG^0 هي مقدار التغير في الطاقة الحرة القياسية بظروف قياسية (STP) وهي $25\ C^0$ وضغط 1 atm

اما العلاقة بين ΔG و ΔG^0 هي :- $\Delta G = \Delta G^0 + RT\ \ln Q$

حيث تكون $\Delta G = \Delta G^0$ عندما تكون قيمة حاصل التفاعل = 1 $\ln 1 = 0$

$\Delta G = \Delta G^0 + RT \ln 1 \Rightarrow \Delta G = \Delta G^0 + RT \times 0$ كل قيمة تضرب في صفر تساوي صفر

$\Delta G = \Delta G^0 + 0 \Rightarrow$ $\therefore \Delta G = \Delta G^0$

سؤال 2-34

محلول في الملزمة

مساعد الطالب في مادة الكيمياء للصف السادس الأحيائي

خاص وحصري لرحلة التفوق في السادس

إعداد الأستاذ المبدع

حيدر يحيى علوان

لمتابعتنا على مواقع التواصل الأجتماعي

رحلة التفوق في السادس — @rt_edu

رحلة التفوق في السادس — @A_M_Z_F